

PhD Értekezés

Dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok szedimentológiai,  
geokémiai és malakológiai vizsgálata

Újvári Gábor

Pécs

2005



**PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM**

**TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR**

**FÖLDTUDOMÁNYI DOKTORISKOLA**

**PhD Értekezés**

**Újvári Gábor**

**Pécs**

**2005**



**Dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok szedimentológiai,  
geokémiai és malakológiai vizsgálata**

**PhD Értekezés**

**Újvári Gábor**

**Témavezető: dr. Lovász György,**

**a földrajztudomány doktora**

**Pécsi Tudományegyetem**

**Természettudományi Kar**

**Földtudományi Doktoriskola**

**Pécs**

**2005**



## TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés, célkitűzés .....	1
2. Negyedidőszaki képződmények földtani, malakológiai, paleoökológiai és geokémiai kutatástörténetének áttekintése a Dél-Dunántúl középső és déli részén .....	4
3. A vizsgált terület földtani felépítése .....	9
4. A kutatásterület kistájainak rövid bemutatása.....	13
4.1. Nyárád-harkányi-sík (1.5.13.) .....	13
4.2. Dél-Baranyai-dombság (4.4.34.) .....	14
5. Módszerek és az értékelés alapelvei .....	16
5.1. Mintavételi módszerek, makroszkópos (litofaciológiai) vizsgálatok .....	16
5.2. A szemcseösszetételi (üledékföldtani) vizsgálatok módszerei.....	17
5.3. A geokémiai vizsgálatok módszerei.....	20
5.4. A radiokarbon vizsgálat módszere.....	22
5.5. A malakológiai elemzés módszerei .....	23
6. A szelvények vizsgálati eredményei.....	25
6.1. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás.....	25
6.1.1. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	25
6.1.2. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás szedimentológiai vizsgálatának eredményei .....	25
6.1.3. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás geokémiai vizsgálatának eredményei ....	26
6.1.4. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás malakológiai vizsgálatának eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	28
6.2. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvénye.....	31
6.2.1. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvényének elhelyezkedése és makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	31
6.2.2. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvényének szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	32
6.2.3. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvényének geokémiai vizsgálati eredményei .....	32
6.2.4. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvényének malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése.....	35
6.3. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás b) szelvénye.....	36



6.3.1. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	36
6.3.2. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	36
6.3.3. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének geokémiai vizsgálati eredményei .....	37
6.3.4. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	38
6.4. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás .....	39
6.4.1. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	39
6.4.2. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei.....	40
6.4.3. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás geokémiai vizsgálati eredményei.....	40
6.4.4. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	41
6.5. A töttösi feltárás.....	42
6.5.1. A töttösi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása.....	42
6.5.2. A töttösi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	42
6.5.3. A töttösi feltárás geokémiai vizsgálati eredményei .....	43
6.5.4. A töttösi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	44
6.6. A nagynyárádi feltárás .....	46
6.6.1. A nagynyárádi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	46
6.6.2. A nagynyárádi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei.....	47
6.6.3. A nagynyárádi feltárás geokémiai vizsgálati eredményei.....	47
6.6.4. A nagynyárádi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	49
6.7. A Monyoródi Téglagyár feltárása.....	51
6.7.1. A Monyoródi Téglagyár feltárásának elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	51
6.7.2. A Monyoródi Téglagyár feltárásának szedimentológiai vizsgálati eredményei ....	51
6.7.3. A Monyoródi Téglagyár feltárásának geokémiai vizsgálati eredményei .....	51



6.7.4. A Monyoródi Téglagyár feltárásának malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	52
6.8. A bácsfapusztai feltárás .....	54
6.8.1. A bácsfapusztai feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	54
6.8.2. A bácsfapusztai feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	55
6.8.3. A bácsfapusztai feltárás geokémiai vizsgálati eredményei .....	56
6.8.4. A bácsfapusztai feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	58
6.9. A liptódi feltárás .....	61
6.9.1. A liptódi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	61
6.9.2. A liptódi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	62
6.9.3. A liptódi feltárás geokémiai vizsgálati eredményei .....	62
6.9.4. A liptódi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	65
6.10. A Villánykövesdi Téglagyár feltárása .....	67
6.10.1. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	67
6.10.3. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	68
6.10.3. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának geokémiai vizsgálati eredményei .....	68
6.10.4. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése .....	72
6.11. A beremendi feltárás .....	76
6.11.1. A beremendi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása .....	76
6.11.2. A beremendi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei .....	77
6.11.3. A beremendi feltárás geokémiai vizsgálati eredményei .....	77
6.11.4. A beremendi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei .....	82
7. A vizsgált szelvények szedimentológiai jellemzői .....	86
8. A vizsgált szelvények geokémiai jellegzetességei .....	88
8.1. Főkomponensek .....	88
8.2. Nyomelemek .....	92



9. A löszök és paleotalajok üledékkategóriákba sorolása a fuzzy halmazok elméletének segítségével.....	100
9.1. Problémafelvetés .....	100
9.2. A fuzzy halmazok elmélete és az üledékek kategorizálásának gondolata .....	100
9.3. Egy Mamdani-típusú fuzzy következtetési rendszer, mint az üledékek kategorizálásának matematikai alapú megoldása.....	102
9.4. Fejlesztési lehetőségek, új alkalmazási területek .....	105
10. A terület negyedidőszaki üledékeinek a vizsgálatok által kimutatott fajlistája .....	106
11. A dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok keletkezésének paleoökológiai rekonstrukciója és rétegtani értékelése .....	109
11.1. A rétegtani értékelésről .....	109
11.2. Őskörnyezeti rekonstrukció és rétegtani értékelés.....	110
11.2.1. „Idős” lösz sorozat (Paksi Lösz Formáció) felső szakasza .....	110
11.2.2. „Fiatal” lösz sorozat alsó szakasza (Mende-basaharci Löszösszlet).....	112
11.2.3. „Fiatal” lösz sorozat felső szakasza (Dunaújváros-tápiószüli Löszösszlet) .....	114
12. Eljegesedések, őskörnyezet, paleoklíma és a „hideg-meleg” lösz kérdésköre .....	118
12.1. Európa és a Kárpát-medence paleoklimája és őskörnyezete .....	118
12.2. „Hideg-meleg” lösz, löszképződés, löszváltozatok .....	121
13. Összefoglalás.....	123
Köszönetnyilvánítás .....	128
Irodalom.....	129
Mellékletek .....	143
Ábrajegyzék.....	143
Táblázatjegyzék.....	179
Képjegyzék .....	210



## 1. BEVEZETÉS, CÉLKITŰZÉS

A pleisztocén lösz a Föld szárazföldi területeinek 10 %-át fedi be, nagy területeket borít szerte Európában és a Kárpát-medencében is. A lösz sárga, sárgásbarna színű, szárazföldi üledék, alapanyaga kvarc, földpát, rétegszilikátok, nehézasványok és különböző mennyiségű karbonát. Szemcseösszetétele sajátos, abban a durva közetliszt frakció (10-50, mások szerint 20-60 mikron) magas arányú. A lösz különböző genetikai folyamatok révén halmozódott fel és meghatározott földrajzi környezetben (az északi féltekén az 55-24°, a délin a 45-24° szélességek között) sajátos klimatikus feltételek mellett (hideg, száraz sztyepp) diagenezissel jött létre (HAHN 1977).

Szülőfalum, Majs község löszdombok között fekszik az egykori dunai magaspárt peremén. Már az egyetemi tanulmányaim során olyannyira felkeltette érdeklődésemet az a néhány löszfeltárás, amely a faluban és annak határában található, hogy a diplomamunkám témájának is ezek vizsgálatát választottam. Mivel egyre inkább beleástam magam a téma kutatásába és annak legújabb irányairól is információt szereztem, leendő doktori disszertációm témája is azonnal adódott: a lösz-paleotalaj sorozatok vizsgálata Dél-Baranyában. Természetesen ekkor még nem tudhattam, hogy milyen komplex tudományterületre tévedtem, merthát ezen speciális üledék, közet titkait diszciplínák sorának (többek között a geokémia, az izotóp geokémia, a geofizika, a szedimentológia, a pedológia, a gerinces és gerinctelen őslénytan és a pollenanalitika) eredményei révén próbálják megfejteni. Munkám során a szedimentológia, a geokémia és a kvartermalakológia felől próbáltam megközelíteni a lösz-paleotalaj sorozatokat, azok keletkezési körülményeit, ugyanis ezek a tudományterületek biztosítják szinte a legtöbb információt a kutató számára. Kvartermalakológiai vizsgálataim célja volt, hogy:

1. növelve a területen illetve a régióban feldolgozott feltárások számát, a Mollusca-fauna vizsgálata révén információkat nyerjek a lösz-paleotalaj sorozatok képződésekor a Kárpát-medence déli részének öskörnyezeti, őség-hajlati viszonyairól, s hogy az eddig hazánk területéről, s azon belül is annak déli részéről kialakított képet (SÜMEGI-KROLOPP 1995; KROLOPP 1995; HUM 2001) tovább finomítsam, újabb információkkal gazdagítsam,
2. a fent említett faunisztikai vizsgálatok adatai alapján a „hideg-meleg” löszök sokat vitatott problémáját ismét felvessem és azt lehetőség szerint tovább árnyaljam, esetleg új megvilágításba helyezzem,



3. a malakofauna vizsgálata révén egy Dél-Baranyára vonatkozó fajlistát felállítsak, melynek révén az ősi puhatestű élővilág szerkezetére, a fajok egykori elterjedésére és jelenlétére is információkat szerettem volna kapni.

Az őskörnyezeti viszonyok értékelésére a kvartermalakológiai vizsgálatok komoly lehetőséget biztosítanak, ugyanis a csigák házai jól megőrződnek a löszökben és azok faji szinten határozhatók. Mivel a negyedidőszaki Mollusca-fauna jó részét ma is élő fajok adják, melyeknek ökológiai igénye, tűrőképessége és elterjedése SOÓS (1943), LOŽEK (1964, 1965), KERNEY et al. (1983), WAGNER (1966, 1981) KROLOPP (1983), KROLOPP (1995) és mások munkája révén jól ismert, ezért a Mollusca-faunák összetételéből rekonstruálhatók a bezáró üledék keletkezésének őskörnyezeti és paleogeográfiai viszonyai. Tehát a molluszkák meglehetősen jó paleoökológiai indikátorok, ugyanakkor pedig esetükben kevésbé valószínű, hogy tafonómiai problémák merülnek fel (pl.: hosszú távú szállítás vagy átdolgozás; ROUSSEAU 1991).

Később láttam, hogy az őslénytani adatok mellett geokémiai információkra is szükségem lesz, ha pontosítani és bővíteni szeretném vizsgálataim eredményét. A főkomponensek és nyomelemek mennyiségének és egymáshoz viszonyított arányainak változásai, migrációjuk és akkumulációjuk ugyanis meglehetősen pontos jelzői a paleoklímának és egyáltalán az őskörnyezeti viszonyoknak (PETROV et al. 1984; WEN et al. 1984), a mállás, kilúgozódás és talajképződés állapotának, annak ellenére, hogy az adatok a származási terület forrásközeteinek elemösszetételével és mállás általi érintettségével is nyilvánvalóan összefüggésben vannak. A kémiai összetétel (és az üledékföldtani jellemzők) alapján mód nyílik az egyes lösz- és paleotalaj típusok elkülönítésére, amelyeket eltérő intenzitású mállás és pedogenezis alakított ki.

Geokémiai vizsgálataim célja volt, hogy:

4. információkat szerezzek a dél-baranyai löszök geokémiai viszonyairól, mállottságáról abból a célból, hogy azt összevethessem más, Magyarországról napvilágot látott eredményekkel (SÜMEGHY 1953; PÉCSI-DONÁTH 1985; HUM és FÉNYES 1995; HUM 1998a; HUM 1998b; HUM 2002),
5. megvizsgáljam, a geokémiai adatok összhangban vannak-e a faunisztikai vizsgálatok eredményeivel és, hogy azok mutatnak-e valamiféle különbséget a délkelet-dunántúli és a dél-baranyai üledékek képződési körülményei között.

A minták geokémiai vizsgálatával párhuzamosan szemcseösszetételi vizsgálatok is indultak, melyek azonban első körben csupán négy feltárás teljes rétegsorára vonatkozóan készültek el. Ezt később kiegészítettem, azonban a további öt feltárásra csak reprezentatív módon. Ezek



tehát csupán kiegészítő vizsgálatoknak tekinthetők, melyeknek céljai hasonlóak voltak a geokémiai elemzések céljaihoz:

6. Az üledékek mállottságának és a rétegsorban a mállási trend megismerése.
7. A szemcseösszetételi vizsgálatok adataiból leszűrt következtetések összevetése a geokémiai információkkal.
8. A szedimentológiai adatok összevetése más délkelet-dunántúli adatokkal.

A negyedidőszaki üledékek tehát tükrözik az őket kialakító öskörnyezeti tényezők dinamikus változásait és hatását, s ez megmutatkozik a képződmények kémiai összetételében, üledékföldtani paramétereiben és az azokba zárt fosszilis faunák összetételében is. Az üledékföldtani, geokémiai és malakológiai adatokra támaszkodva tehát lehetőség nyílt a szelvényeken belül szedimentológiai, geokémiai és paleoökológiai zónák lehatárolására és így a rétegsort alkotó üledékek kialakulási körülményeinek (paleoklíma, öskörnyezet) rekonstruálására. Céлом volt természetesen ezen túl a lehetőségek adta kereteken belül (9.) az egyes paleoökológiai-ökosztratigráfiai szintek, zónák malakosztratigráfiai rendszerbe való illesztése is, amelyet hazánkra vonatkozóan KROLOPP (1983, 1995), KROLOPP és SÜMEGI (1992), SÜMEGI (1995, 1996), SÜMEGI és KROLOPP (1995) dolgoztak ki. A magyarországi löszök korábbi lito- és kronosztratigráfiai rendszerét (PÉCSI 1965, 1975, 1985, 1993, PÉCSI et al. 1977, HAHN 1977, BORSY et al. 1979, BUTRYM és MARUSZCZAK 1984) új, megbízhatóbb adatokra alapozva az elmúlt mintegy másfél évtizedben revideálták (WINTLE és PACKMANN 1988, ZÖLLER és WAGNER 1990, OCHES és MCCOY 1995, PÉCSI 1995; FRECHEN et al. 1997; PÉCSI 1998; PÉCSI et al. 2002; SÜMEGI és KROLOPP 2005). Ezen utóbb kialakított, többé-kevésbé egységes rendszernek megfelelően kíséreltem meg a dél-baranyai löszök és paleotalajok rétegtani besorolását elvégezni (10.). Természetesen további kutatásokra van szükség ahhoz, hogy az eddigi eredményeket pontosítani lehessen. Ilyen szempontból döntő fontosságú, abszolút koradatokat szolgáltató, radiokarbon ( $^{14}\text{C}$ ) és termolumineszcencia (TL) illetve beható talajtani vizsgálatokra kell a későbbiekben sort keríteni, amelyek egyértelműsíthetik a még nyitott kérdéseket.



## 2. NEGYEDIDŐSZAKI KÉPZŐDMÉNYEK FÖLDTANI, MALAKOLÓGIAI, PALEOÖKOLÓGIAI ÉS GEOKÉMIAI KUTATÁSTÖRTÉNETÉNEK ÁTTEKINTÉSE A DÉL-DUNÁNTÚL KÖZÉPSŐ ÉS DÉLI RÉSZÉN

A terület negyedidőszaki képződményeit érintő kutatások – amint az irodalmi adatok mutatják – a XIX. század végétől indultak. Elsőként BÖCKH (1876) tesz közzé egy igen tekintélyes munkát Pécs környékének földtani és vízi viszonyairól, majd a Villányi- és Báni-hegység, valamint a környező területek geológiájáról ifj. LÓCZY (1912) jelentet meg egy tanulmányt. Nem ő az első, aki a földtani adottságokat kutatta a területen, ugyanis geológiai felvételezések már az ezt megelőző években is zajlottak. Ezek azonban komolyabb magyarázó mellékletek nélkül, kéziratossá maradtak.

Később STRAUZ munkáiban (1942, 1952) nem behatóan ugyan, szinte csak az említés szintjén, de foglalkozik az itteni pleisztocénnal: „A negyedkori üledékek tanulmányozása területünkön csak újabban kezdődött; földtani térképezésnél eddig nem helyeztek rá nagyobb súlyt.”...”A Villányi-hegységtől ÉK-re löszterület következik Mohács és Majs közt egykori Duna-terazon pleisztocén agyag, a Villányi-hegységtől DK-re futóhomok.”

A Dél-Dunántúlnak a Koppány völgyétől délre, Mohács vonaláig eső részének 1:25000-es méretarányú földtani térképezését MIHÁLTZ (1953b) vezetésével végezték.

SZABÓ (1957) a Délkelet-Dunántúl felszínfejlődési kérdéseit kisebb tájak szerinti bontásban tárgyalja, melynek során a fiatal képződmények, formák és a földkéregmozgások, szerkezeti tényezők, valamint az éghajlat közötti kapcsolatokat vizsgálja.

A terület negyedidőszaki képződményeiben fosszilizálódott Mollusca-faunák behatóbb vizsgálatával elsőként GEBHARDT (1959) foglalkozott. Munkájában összesen 19 lelőhely Mollusca-faunájának kvantitatív vizsgálata, állatföldrajzi és ökológiai értékelése szerepel. Az általa begyűjtött és meghatározott anyagot később FÜKÖH és KROLOPP (1989) vonta revízió alá. Ennek során kiderült, hogy a revideált faunalista jelentős mértékben eltér a GEBHARDT által publikálttól, amely többek között téves határozásokból, recens példányok és rendszertani érték nélküli infraszubspezifikus taxonok szerepeltetéséből eredt. A revideált anyag kiindulópontja lehet minden, a Dél-Dunántúl felső-pleisztocén löszképződményeinek Mollusca-faunáját vizsgáló és értékelő munkának.

Később KROLOPP (1966) a Mecsek-hegység környéki löszképződmények (Godisa, Hidas, Nagybudmér, Szászvár, Görcsöny) biosztratigráfiai vizsgálatát végezte el, illetve további feltárásokat (Diósviszló, Magyarbóly, Beremend, Siklós, Mohács) is megkutatott. 1966-os munkájában rámutat a Mecsek környéki feltárások löszrétegeinek faunisztikai jellegzetességeire és a kvantitatív faunavizsgálatok alapján azok képződésének környezet- és



klímarekonstrukcióját adja. Fontos eredmény, hogy az egyes rétegek – ellenben az üledéktani vizsgálatokkal – a biosztratigráfiai elemzések révén jól elkülöníthetőek voltak egymástól, illetve a faunakép jellegzetes vonásai alapján azok párhuzamosítására is sor kerülhetett, így az eredmények regionális kiterjesztése is megtörtént. Szükséges továbbá kiemelni, hogy eme munka kapcsán sikerült első ízben kimutatni a hazai pleisztocénből a *Catinella arenaria* (BOUCHARD-CHANTEREAUX, 1837) faj jelenlétét.

WAGNER kvartermalakovológiai kutatásai (1966, 1981) szintén a területhez (Mohács, Dunaszekcső) kapcsolódtak. 1966-os munkájában a Dunaszekcsői Téglagyár 21 méteres profiljának finomrétegtani felbontását és a fauna kvantitatív vizsgálatát közli, melynek révén az egyes rétegek képződése idején egykor volt ökológiai-mezoklimatikus viszonyokra következtet, amelyeket aztán a KRIVÁN által a löszprofilra készített kronológiai tagolással vet össze.

MOLDVAY (1964a) egyfelől a Mecsek-hegység környéki lösz kialakulási- illetve lepusztulási mechanizmusának sajátosságaival, az abban fellelhető „vályog”-szintekkel, rétegtani kérdésekkel, valamint pleisztocén fejlődéstörténetükkel foglalkozott, másfelől neotektonikát érintő morfológiai tanulmányokat (1964b, 1965, 1972) folytatott és jelentetett meg.

A Magyarország 1:200000-es méretarányú földtani térképsorozatához kapcsolódó magyarázó kötetek sorában jelent meg WEIN és MOLDVAY (1973), a negyedidőszaki képződmények leírását is tartalmazó munkája. Ezt követően egy LOVÁSZ és WEIN (1974) által jegyzett, a Délkelet-Dunántúl geológiájáról és felszínfejlődéséről szóló összefoglaló mű született meg.

CODARČEA (1977) a mohácsi löszszelvény fő nehézsávjainak vizsgálatával az üledék képződési viszonyaira, viszonylagos korára következtetett. MOYZES és SCHEUER (1978) mérnökgeológiai munkákat végzett a dunaszekcsői magaspart mentén, a község rendezési tervéhez kapcsolódva. Az alapvető földtani, vízföldtani adottságok alapján a partszakasz különböző típusú mozgásformáit is vizsgálták. A Dunántúl és a Duna-Tisza köze egyes tájain, így többek között a Baranyai-dombság területén lévő löszök minősítését SZILÁRD (1983) végezte.

Ezt követően a '80-as évek második felében FÜKÖH (1987) szolgáltat újabb, kiegészítő adatokkal a terület (Bóly) negyedidőszaki Mollusca-faunájához, az egyed- és fajszám alacsony volta miatt mélyrehatóbb faunaelemzés és öskörnyezeti rekonstrukció nélkül.

KROLOPP 1988-ban publikált munkájában teszi közzé, hogy a hazai pleisztocén egy újabb faja, a *Trichia edentula* (DRAPARNAUD, 1805) kimutatása történt meg az általa és FÜKÖH által végzett fentebb említett revízió (1989) során. Megjegyzendő azonban, hogy a Pécs környéki



sekélyfúrások Mollusca-anyagának átvizsgálása során már 1976-ban megtalálta a faj egy példányát, akkoriban azonban a faji hovatartozás még nem volt egyértelműnek tekinthető.

PÉCSI et al. (1988) egy hegylábi helyzetben lévő talajmechanikai fúrás által feltárt lösz-paleotalaj sorozaton végeztek granulometriai, pedológiai és minerológiai elemzéseket, valamint paleomágneses méréseket. Eredményeik elsősorban őséghajlati, őskörnyezeti szempontból fontosak.

A kvartermalakológiai, paleoökológiai kutatások keretében megjelent munkák (KROLOPP és SÜMEGI 1992; SÜMEGI és KROLOPP 1995; KROLOPP 1995) részben a területre vonatkozó adatokat és megállapításokat is közöltek. A würm löszöket (radiokarbon adatokkal datáltan) biosztratigráfiailag több szubzónára illetve azok egy részét zonulákra osztották, létrehozva ezzel egy Kárpát-medencén belüli egységes malakosztratigráfiai rendszert. Később SÜMEGI és KROLOPP (1995) a terresztrikus Mollusca-fauna alapján a würm perióduson belüli tenyészidőszakok (nyári félév) csapadék, növényzeti és hőmérsékleti viszonyait rekonstruálták. Az őskörnyezeti elemzéseken túlmenően az előkerült malakofauna alapján az egyes kronológiai-sztratigráfiai szinteket is azonosították a fajösszetétel és dominancia-viszonyok alapján. Paleoökológiai-paleobiogeográfiai térképek szerkesztését végezték, majd ezek segítségével az egyes faunaelemek migrációs irányait, sztratigráfiailag és paleoökológiailag fontos fajok elterjedését és annak határait állapították meg, ezáltal végső soron paleoökológiai-paleovegetációs zónák kiterjedését rekonstruálták. Munkájukban rámutattak a Kárpát-medencében uralkodó különböző klímahatások eredményeként a Délkelet-Dunántúlon mutatózó - az ország egyéb területeitől eltérő - faunisztikai jellegzetességekre, miszerint az itteni löszökben a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek magasabb aránya tapasztalható.

GERNER (1994) a magyar földtani szakirodalomban a Dél-Dunántúlra vonatkozó neotektonikai modelleket szintetizálta.

CZIGÁNY (1997) egyfelől (a terület pereméhez kapcsolódóan) a beremendi lösz-paleotalaj sorozat anyagvizsgálata, fizikai-kémiai jellege révén paleoklíma-típusokra és az ősi természeti környezetekre következtetett, másfelől (1998) a Villányi-hegység déli részén lévő löszök lepusztulásának vizsgálata révén jellegzetes új-pleisztocén anyagmozgási folyamatokat mutatott ki.

KOLOSZÁR és MARSÍ (1999) a Mórággy-rög területén lévő negyedidőszaki képződmények rétegtani tagolását illetve geomorfológiai tanulmányozását, ZILÁHI-SEBESS et al. (2000) pedig azok fizikai tulajdonságok (elektromos ellenállás, mágneses szuszceptibilitás) alapján történő tagolását végezték. Később MARSÍ és KOLOSZÁR (2004) a beremendi Szőlő-hegy pliocén és



kvarter képződményeit vizsgálták, melynek során fontos új rétegtani eredményeket mutattak be a területre vonatkozólag, többek között a Paksi Löss Formációval kapcsolatban. A '90-es évek második felétől indult meg a Délkelet-Dunántúl kvartermalakológiai és paleoökológiai kutatásának újabb szakasza. Ekkor születtek meg HUM (1998b, 1999, 2000, 2001), valamint HUM és SÜMEGI (2001) a területre nézve alapvető jelentőségű munkái, melyek a legújabb információkat tartalmazzák a Délkelet-Dunántúl negyedidőszaki üledékeiről, illetve azok keletkezését és akumulálódási körülményeit a legmodernebb felfogás és komplex szemlélet alapján magyarázzák.

Ennek keretében továbbá a Bátaszéki Téglagyár pleisztocén képződményeiben fellelhető Mollusca-fauna vizsgálati eredményeit FARKAS (2000) jelentette meg. Munkájában – melynek külön érdekessége, hogy scanning elektronmikroszkóp felhasználásával, jellemző héjmorfológiai bélyegek kimutatása révén különíti el a *Bradybaena fruticum* és *Arianta arbustorum* fajokat – rövid öskörnyezeti rekonstrukciót ad. TÓTH (2000) a Mecsek környéki (Hidas, Nagybudmér) löszök puhatestűinek vizsgálata révén – amelynek során mindkét feltárás esetében mintánként közösségi mutatókat (Sorensen-index, Lance és Williams-féle nemmetrikus különbségességi mérték, Bray-Curtis-féle mérték) számolt – stadiális-interstadiális jellegű mezociklusok kimutatását végezte.

Ebben az évben KROLOPP (2000) a Villányi-hegységben lévő Somssich-hegy löszszerű üledékéből származó alsó-pleisztocén Mollusca-fauna kvantitatív vizsgálatát publikálja. Az elemzések alapján a munkában a lelőhely részletes környezetrekonstrukcióját adja. A fauna korát a gazdag gerinces lelet – JÁNOSSY (1986) által végzett – vizsgálatának eredményei támasztják alá és mintegy 1 millió évre teszik (alsó-bihari szakasz, nagyharsányhegyi szint). A lelőhely faunájának kiemelt jelentőséget ad továbbá, hogy a malakosztratigráfia és az emlős biosztratigráfia párhuzamosítását, valamint a medence- és peremterületek üledéksorainak rétegtani összekapcsolását is lehetővé teszi.

HUM összefoglaló munkájában (2001) 14 szelvény malakológiai vizsgálatának eredményeit közli. Kimutatja, hogy a DK-Dunántúl az egykori faunamozgások teréül szolgáló ún. „zöld folyosó” részét képezte. Egyebek mellett rávilágít, hogy az enyhébb klíma és a nagyobb növényzeti borítottság miatt a lehűlések erős hatása a területen kevésbé tapasztalható, a számított júliusi középhőmérsékleti értékek ( $T_{july}^{\circ}$ ) az ország északabbi területein kimutatott értékeknél néhány fokkal magasabbak, valamint, hogy a löszös képződmények jellemzői a SÜMEGI (1996) által már korábban leírt ún. preillír refugiumhatás tényét támasztják alá.

A SÜMEGI et al. (2002) által közölt publikációban a szerzők azt bizonyítják, hogy a Kárpát-medence ma is megfigyelhető környezeti mozaikossága már a negyedidőszak végén



kialakult. Adataik különböző időléptékű, ciklikusan kifejlődő ökoszisztémái változások kialakulását és „hullámozó” mozgását tükrözik vissza a Kárpát-medencében, valamint két, egymástól eltérő ökoszisztémái tényezőkkel jellemezhető refugium terület (Carpathicum és Illyricum) létrejöttét jelzik. Emellett a kvartermalakológiai vizsgálatok révén derítettek fényt arra, hogy mindkét említett menedék-terület apró reliktum-foltokból állt. Mindezek az információk többek között épp a Baranya megyében folytatott kutatásokra alapozódva fogalmazódtak meg.

Az ugyanebben az évben SÓLYMOS et al. (2002) által megjelentetett munka részben kvartermalakológiai ihletésű, tulajdonképpen recens malakológiai adataival kapcsolódik megyénkhez. A *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD 1801) faj morфомetriai jellemzői és bizonyos klimatikus tényezők (hőmérséklet, páratartalom) közötti kapcsolatra mutat rá. Az ún. héj morfo-hőmérő módszer – malako-hőmérő módszerrel is tesztelt – alkalmazását mutatja be a paleoökológiában.

A geokémiai és szedimentológiai kutatások a kilencvenes évek közepétől indultak a Délkelet-Dunántúlon. Ennek keretében HUM és FÉNYES (1995), majd HUM (1998a, 2002) végzett alapvető munkát, mely kutatások feltárták a tágabb terület lösz-paleotalaj sorozatainak geokémiai karakterisztikáját, jellegét és a paleoklimatikus trendek összefüggéseit. Az üledékföldtani és kémiai összetétel alapján HUM (2002) különböző mértékű mállás és pedogenezis által kialakított lösz- és paleotalaj típusokat különített el.



### 3. A VIZSGÁLT TERÜLET FÖLDTANI FELÉPÍTÉSE

A Dél-Dunántúlon a prekambriumtól a neogénig kialakult ÉK-DNy-i irányú üledékgyűjtő vályúk és a köztük lévő kristályos kőzetekből felépült küszöbök a harmadkori szerkezetalakulásban és a mai morfológiai kép kialakításában megtartották irányító szerepüket. Ezen szerkezetek alapján osztható fel a Délkelet-Dunántúl, amelynek déli határát földtani szempontból a Száva-vonal, ÉNy-i határát, a Zágráb-Kulcs-Hernád főszerkezeti vonal mentén kialakult, Igal-Bükki eugeoszinklinális képezi (LOVÁSZ és WEIN 1974).

A Délkelet-Dunántúl a preneogén nagyszerkezeti egységek közül a Tiszai nagyszerkezeti egységhez tartozik. A Tiszai mikrolemez fundamentumát polimetamorf kristályospala komplexum képviseli: prehercini mezometamorf kristályospala, igen alárendelten ópaleozóos epimetamorf képződmények és nagy kiterjedésű hercini migmatitos összlet. Az alsó proterozoikumban az Orosz táblától DNy-ra kialakult eugeoszinklinálisban rakódtak le azok a kőzetek, amelyek a Délkelet-Dunántúl fentebb említett legidősebb mezometamorf kristályos anyagát szolgáltatták. A Közép-magyarországi vonaltól DK-re, délen a Mecsek-Villányi mezozóos öv aljzatát alkotva hatalmas ÉK-DNy-i zónaként húzódik a Tiszai nagyszerkezeti egység legnagyobb kiterjedésű polimetamorf kristályospala építőeleme, a Közép-magyarországi migmatitos öv. A Közép-magyarországi Migamtitos összlet területén annak tengelyében és déli szegélyén a hercini migmatitos csapásvonallal megegyező irányú, lapos hátakkal tagolt üledékgyűjtő medencékben alakult ki a részben újpaleozóos, túlnyomórészt mezozóos képződményekből álló, gyűrt-pikkelyes szerkezetű Mecseki és Villányi mezozóos öv (FÜLÖP 1989). Ez utóbbihoz tartozik a vizsgált terület is.

A preneogén nagyszerkezeti egységek, így a Tiszai nagyszerkezeti egység perm-mezozóos fejlődéstörténetét a mediterrán Tethys több lépcsős kinyílásának, majd bezáródásának folyamata illetve az egyes litoszféra elemeknek a Tethys régióon belüli helyzete határozta meg. A Tiszai nagyszerkezeti egység Mecsek-Villányi mezozóos övének uralkodóan germán fáciesű sekélytengeri karbonátos középsőtriásza a riftesedő selftől északra, a Ny-alpi zónákat és az Európai táblát elborító epikontinentális sekélytengerben keletkezett. A felsőtriász folyóvízi törmelékes illetve üledékhézagos keuper kifejlődésű (FÜLÖP 1989). A szerkezetfejlődés újabb fordulópontja a riftesedés újjáéledése, a Tethys felnyílásának második szakasza a liászban. Ez a pennini riftesedés azonban a DK-ről jövő Vardar riftesedéssel ellentétben Ny felől jött és az Atlanti-óceán kezdődő felnyílásával volt kapcsolatban. A felnyílás során a felsőtriászban egységes karbonátos selfplatók nagy része feldarabolódott. A doggerben létrejött az a hatalmas transzform törés, amely a Közép-magyarországi vonal első megnyilvánulása. E transzform törés mentén az akkréciós tengely



megtört és a Vardar-Szubpelagóniai rift zónától a gyorsan felnyíló Pennini öv fokozatosan eltávolodott. E folyamat során a Tiszai nagyszerkezeti egység a Tethys belseje felé sodródott. A felsődogger idejére a Mecseki és a Villányi öv már a Tethys belső területén helyezkedett el. Ezt a változást jelzi a mecseki és a villányi felső-dogger-malm fácies-sora és a faunákban a tethysi alakok uralomra jutása. A Villányi fáciesterületen a bath-kallovi emeletbe sorolható crinoideás-echinodermatabreccsás mészkőre tengeralatti, ún. kimosási diszkordanciával települ a malm nyílt sekélytengeri (pelágikus) karbonátos üledéksora (vörös vagy sárga vastagpados mészkő az oxfordi-kimmeridgei emeletből, amelyre fokozatos átmenettel települ a titon világos-szürkésfehér pados mészkő). A Villányi-hegység jura rétegsora az alsótitonnal zárul, ezután a terület kiemelkedett és tropikus-szubtropikus humid klíma lepusztító hatása alá került, ami elsősorban a malm mészkőösszlet karsztosodására vezetett (LOVÁSZ és WEIN 1974).

Az ezt követő kréta időszakból a villányi típusú alsókréta képződményeket több, a területet érintő kutatófúrás is feltárta. Így érték el néhány száz méteres mélységben az alaphegységet Majs község alatt is, ahol ezek alsókréta miliolinás mészkőből álló képződmények. A Mohács térségéből származó adatok alapján a mezozoós aljzat itt a mélyben jelentős vertikális különbségekkel rendelkező medencét formál. A vízföldtani kutatások eredményeiből arra következtettek, hogy az említett medence déli peremén Töttös-Majs-Udvar vonalában egy tektonikailag magasra emelt alsókréta-felsőpannon korú rög van. A kréta időszak középső részén, a Tethys bezáródási folyamata első fő szakaszában a belső-alpi és kárpáti övekben gyúrt, takarós, pikkelyes szerkezetalakulás ment végbe, ami a korábbi fáciesövek eredeti összefüggéseit jelentős mértékben átrendezte. Az ausztriai fázis kompressziós jellege a magyarországi nagyszerkezeti egységek területén is általános volt, ami a fáciesváltozások jellegében jól kifejezésre jutott. A Mecseki öv gyúrt-pikkelyes és a Villányi öv pikkelyes szerkezete is jelentős mértékben az ausztriai fázis hatásának köszönhető (FÜLÖP 1989), amellyel az óalpi tektonofázis és geoszinklinális fejlődés is lezárult. A felsőkrétában a cenomán transzgresszió a szorosan vett villányi fáciesterületet már nem érte el. Ezt követően a terület több tízmillió éven át szárazulat volt, így ez a kréta végére létrejött, konszolidált mezozoós szerkezeti emelet hosszú ideig ki volt téve a lepusztító erők hatásának, s ez a szárazföldi időszak az egész mezoalpi ciklust magában foglalta, így arról több nem mondható (LOVÁSZ és WEIN 1974).

A neoalpi ciklust a helvét és torton (kárpáti és bádeni) transzgresszió vezette be, amely először a Mecsek-hegység északi előterébe nyomult be, majd a Mecsek és Villányi-hegység közti területet is elöntötte. Ebben az időszakban az óstájer és újstájer fázisok alatt jöttek létre



a Bólyi-süllyedékek és a Mohácsi-árok is. Majsnál az alsókréta erodált felszínére közvetlenül több 100 méter vastag pannon üledék települ, a közelben Székelyszabarnál a jura (aalen, dogger) mészkőre települ közvetlenül az alsópannon világosszürke, fehér oryocerászos márga (LOVÁSZ és WEIN 1974), Monyoródnál és Versendnél pedig szintén jura mészkőre 2-8 cm-es kavicszemekből álló konglomerátum (MIHÁLTZ 1953). A Délkelet-Dunántúl pannon tengere tágabb értelemben a Dráva-süllyedéssel szoros összefüggésben lévén annak rétegsorával a legszorosabb kapcsolatot mutatja. A Villányi- és a Mecsek-hegység ebben az időben szárazulat volt. A terület ezen két szigetszerűen kiemelkedő régió közé benyomuló öböl része lehetett, ami a fokozatosan kiédesedő, a Kelet-Paratethys tengerágtól is elkülönült Pannon-beltő egy öble volt. Az alsópannóniai felső kétharmadában jelentős tektonikai igénybevétel hatására megélénkült a Pannóniai-medence általános, de területenként eltérő ütemű süllyedése, az egyes medencék a Délkelet-Dunántúlon szelektíven süllyedtek. A medencebeli alsópannon kifejlődés egyhangú, szürke agyagmárgából, aleuritből és homokkőből áll, amelyet a benne gyakori, miohalin-lakusztis élettérben élt (KRETZOI és PÉCSI 1982) és szintjelző kövület után *Paradacna abichis* rétegeknek neveznek. Ezek is éppen olyan elterjedtek és úgy a Dráva-medencében, mint a Mecsek elősüllyedékeiben, a bólyi és mohácsi árokban és az Alföld déli részén megtalálhatók. A területen az alsópannon rétegek mintegy 200-300, néhol 500 méter vastagságúak. A belőlük kikerült gazdag *Ostracoda* fauna szerint ebben az időszakban még gyengén sósvízű volt a pannon beltenger, az csak a felsőpannonban vált teljesen édesvízűvé (LOVÁSZ és WEIN 1974). A felsőpannóniai rétegösszlet sekélyebbvízi üledékgyűjtőben, megváltozott éghajlati és morfológiai viszonyok között átalakult delta üledékképződési rendszerben rakódott le. A felsőpannon üledékképződés során keletkezett rétegek mintegy 100-200 méter vastagságúak. A Délkelet-Dunántúl a felsőpannon első felében egyöntetűen süllyedt, majd enyhe emelkedésnek indult a felsőpannon közepétől. A fentebb említett két szigetszerű régiótól keletre, a mai Mohácstól északra egy NyDNy-KÉK-i irányú szárazulat is megjelent, a tenger szigettenger jellegűvé vált. A területen a felsőpannon alsó és középső szintjét egymással váltakozó szürke homokos agyag, szürke agyagmárga, aleurit, valamint finom homokrétegek építik fel. A (régi) felsőpannon alemelet felső *Unio wetzleris* szintje már nem fejlődött ki, mivel a terület a pliocén második erős tektonikai fázisa, a kelet-kaukázusi (bakui) során szárazulattá vált. Ezt követően a feltöltődött Pannon-tó helyén a folyóvizek hálózata fejlődött ki.

A pannon térszínre települt pleisztocén összlet (agyag, homok, homokos lösz, lösz, löszös agyag) a területen mintegy 70-80 méter vastagságú. Akárcsak a Dunántúlon, a szűkebb területen is löszképződés folyt a pleisztocén során. Az alsó- és középső-pleisztocén lösz



túlnyomó része nem típusos, ezeket az idős vagy öreg löszök közé soroljuk (PÉCSI 1993; HAHN 1977). Ennek felszínére, löszplatókat képezve rakódtak le a felső-pleisztocén fiatal löszképződmények, amelyek ezen belül az idősebb Mende-Basaharc és a fiatalabb Dunaújváros-Tápiósülyi sorozatra tagolhatók.

A pliocén szerkezeti mozgások a pleisztocénben is tovább folytatódtak (wallachi és pasadénai fázisok), sőt a történelmi időkben és az elmúlt évtizedekben is éreztették hatásukat.

A területen a löszvidékről lepusztult finomabb-durvább törmelékanyag sorolható a holocén képződmények közé.

#### 4.1. Nyárád-barkányi-sík (1.3.15)

A kistaj Baranya megye keleti részén fekszik el (MÁJCSÉK és SZOMECI 1990). Területe 400 km<sup>2</sup> (a kistaj 21 1/4-át foglalja el).

Domborzati alakja. A kistaj 10 és 15 m magas, nyugati magassági határa domborzati sík, amely ÉNy felé domborzati határa egyre alacsonyabb. A kistaj nyugati D-DK-i irányba lejt, vertikálisan enyhe lejtő az Alsó-Duna völgy felé 1-2 m/km lejtőn változik. A kistaj legnagyobb része alacsony, sík, a kistaj keleti részén elhelyezkedő terület pedig a kistaj keleti sík magasságai domborzati határa felé. A kistaj É-DK-i és ÉNy-i csapadék felvétele, különösen a kistaj keleti részén elhelyezkedő terület. Ennek mellett a kistaj keleti részén, különösen a kistaj keleti részén elhelyezkedő terület. Gyakran a DK-i csapadék, különösen a kistaj keleti részén elhelyezkedő terület.



#### 4. A KUTATÁSTERÜLET KISTÁJAINAK RÖVID BEMUTATÁSA

A vizsgált 11 szelvény Baranya megye déli, délkeleti részén (1. ábra) elhelyezkedő löszplatók lösz-paleotalaj sorozatát tárja elénk. Az üledék több helyütt Duna-teraszra települt, mint azt már ifj. LÓCZY LAJOS egy 1912-es tanulmányában megírta: „A Dunának magyarországi szakaszán Mohácsnál van a legkiterjedtebb szerpentinek árterülete. Szélessége sokhelyt meghaladja a 10-12 km-t. Sok kutatásra várnak ezen a vidéken a régi Duna ágak és holtmedrek. Időm azonban nem engedte, hogy ezekkel részletesebben is foglalkozhassam. Most csak a dunameder eltolódására és az ezzel járó partlenyesésre óhajtok röviden rámutatni. A Duna lenyesései különösen a baranyai oldalon élesek, legjobban Bátaszék, Bata, Lavcsuk, Nagynyárad, Maiss, Darázs, Kiskőszeg, Vörösmart, Hercegszőlős és Daróc községek mentén...A bátaszéki valamint a hercegszőlős-vörösmarti teraszok sokkal fiatalabbak, mint a lavcsuk-maissiak. Ez utóbbit néhol a lösz is takarja, s az árterület felszínét is inkább az allúviumhoz, mintsem jelenkori dunahordalékhoz sorozhatjuk.”

A kutatások tulajdonképpen két kistáj, a Nyárad-harkányi-sík valamint a Dél-Baranyai-dombság területét érintették. Az előbbi kistáj délen Horvátországgal határos. A kutatások során feldolgozott lösz-paleotalaj sorozatok tehát a Magyarországon található legdélebben elhelyezkedő negyedidőszaki üledékek.

A vizsgált terület ma az óceáni (meleg-mérsékelt) és az erdőssztyep klímaterületek átmeneti övezetébe tartozik, mérsékeltén meleg, mérsékeltén nedves éghajlatú táj, mediterrán napfénytartamú és csapadékeloszlású terület (SÜMEGI és KROLOPP 1995).

##### 4.1. Nyárad-harkányi-sík (1.5.13.)

A kistáj Baranya megye területén helyezkedik el (MAROSI és SOMOGYI 1990). Területe 400 km<sup>2</sup> (a középtáj 31 %-a, a nagytáj 0,8 %-a).

*Domborzati adatok.* A kistáj 89 és 125 m közötti magasságú teraszos hordalékkúp-síkság, amely ÉNy felé dombláb-felszínbe megy át. A felszín enyhén D-DK-i irányba lejt, vertikálisan enyhén tagolt, az átlagos relatív relief 2 és 30 m/km<sup>2</sup> között változik. A kistáj legnagyobb része alacsony ármentes síkság, a Karasicától Ny-ra elhelyezkedő terület pedig a hullámos síkság orográfiai domborzattípusába sorolható. A felszín É-D-i és ÉNy-i csapású völgyekkel, különösen a kistáj középső részén erősen szabdalt. Formái részben a löszfelszínekhez, részben a folyóvízi eróziós tevékenységhez kapcsolódnak. Gyakoriak a DK-i csapású, erózióval továbbalakított deráziós völgyek.



*Földtani felépítés.* A Dráva-árok ill. a Dráva-torkolat würm kori besüllyedése után a kistájnak a Karasicától Ny-ra és K-re lévő területei eltérő módon fejlődtek. A K-i részek árvízmentessé váltak és rajtuk nyugodt környezetben főként eolikus úton 15-20 m vastag lösz képződött. A lösz fosszilis talajokkal tagolt, a K-i peremen helyenként infúziós löszbe megy át. A Karasicától Ny-ra kisebb kovárványos, futóhomokos szigetektől eltekintve, holocén öntésanyagok borítják a felszínt. Az allúviumból sasbércszerűen emelkedik ki a beremendi mészkőrög.

*Éghajlat.* Mérsékelt meleg – mérsékelt nedves éghajlatú terület, de már a meleg típus határán.

*Összegzés.* Mérsékelt meleg – mérsékelt száraz éghajlatú kistáj, amelyben a medenceperemi hordalékkúp-síkságok hegységelőtéri típusa uralkodik. Ezt nagy területeken lösztakaró borítja.

#### 4.2. Dél-Baranyai-dombság (4.4.34.)

A kistáj Baranya megye területén helyezkedik el (MAROSI és SOMOGYI 1990). Területe 1250 km<sup>2</sup> (a középtáj 29 %-a, a nagytáj 11,7 %-a).

*Domborzati és földtani adatok.* A Mecsektől D-DK-re kiterébélyesedő, 130-250 m tszf-i átlagmagasságú dombsági, kis részben síksági kistáj, amelynek felszínébe egyrészt ÉNy-on a Pécsi-síkság alacsonyabb, másrészt ÉK-en a Geresdi-dombság magasabb, de igen kis kiterjedésű kistájai öblösödnek be, továbbá felszínéből D-en a Villányi-hegység szigetként magasodik fel. Alaphegységi szerkezete bonyolult. Ny-i része alatt a Görcsönyi-hát magasra emelt paleozoós röge húzódik, pleisztocén lösszel fedve. Ettől K-re a Geresdi-rögig az Ellendi-medence húzódik, amely a Villány-szalatnaki törés része. K-i peremén nagy szerepe van a völgyhálózatot befolyásoló ÉNy-DK-i irányú töréseknek. A Szederkény – Újpetre közti törésvonal a löszfelszín lépcsős lealacsonyodásában is megmutatkozik. A domborzat a szerkezeti vonalak mentén, pleisztocén völgybevágódások hatására, pannóniai üledékeken kialakult hordalékkúpos hegylábi felszínből formálódott a mai dombsági térszínre. Ny-on a lösszel fedett széles Görcsönyi-hát alapja hordalékkúpos hegylábfelszín. A Szemely – Peterdi- víz és a Karasica közti völgyközi háta a dél-mecseki pliocén hegylábfelszín maradványai; a Zengő alján felhúzódnak, ahol kisebb medencéket kereteznek. A Szederkény – Újpetre törésvonaltól D-re a háta lealacsonyodnak és gyengén tagolt, de 10 m-nél vastagabb lösztakarójú felszínben folytatódnak. Itt löszdolinák is előfordulnak (Kisjakabfalva). A völgyhálózat É-D-i irányú és korábbról öröklődött át. D-en a vastag löszös takarójú enyhe lejtőkön deráziós völgyhálózat jellemző, de egyes mélyre (60-80 m) vágódott



völgyeket fiatal pleisztocén völgyvállak kísérik (pl. Máriakéménd). A kistáj közepesen és gyengén tagolt, jórészt löszös, dombsági felszínére átlagban 58 m/4 km<sup>2</sup> relatív relief értékek jellemzőek, emellett csak DNy-on kisebb felszínen fordul elő a 10-25, illetve 5-10 m/4 km<sup>2</sup> - es relatív relief.

*Éghajlat.* Mérsékelt meleg – mérsékelt nedves éghajlatú kistáj, amelynek D-i része már közel esik a meleg típusúhoz.

*Összegzés.* Mecsekhez közeli É-i részén mérsékelt meleg – mérsékelt nedves, máshol mérsékelt száraz, szubmediterrán éghajlati jellegű kistáj.

A Mecsek és a Villányi-hg. közötti nagyobb része völgyközi hátakra tagolt eróziós-deráziós dombság, amelyet agyagos-löszös lejtőüledék takar. A Villányi-hegységtől D-re, DNy-ra, valamint a Pécsi-víz és a Bükkösi-víz közén hordalékkúp-síkság alakult ki.













5. MÓDSZEREK ÉS AZ ÉRTÉKELÉS ALAPELVEI

5.1. Mintavételi módszerek, makroszkópos (litofaciológiai) vizsgálatok

Első lépésként minden esetben megadtam a feltárások pontos helyét (szélességi és hosszúsági adatokkal is, a <http://www.terkepcentrum.hu> honlapon talált, koordináták meghatározásához használható digitális Magyarország térképén), a szelvény vastagságát vagy magasságát és a szelvény tetejének tengerszint feletti magasságát. Ezek természetesen a Balti-tenger szintjére vonatkoztatott adatok. A feltárások helyét 1:10000 méretarányú térképen is feltüntettem.

A rétegsorok legtipikusabb részén alakítottam ki a szelvényeket a kőzetfelszín megtisztításával. Ezt követően rétegenként meghatároztam a hasadási lapok menti elválást, az üledék színét (a Munsell-féle Rock Color Chart szerinti kóddal), megjelenését, szerkezetét, leírtam mátrixát. Az eredmény alapján kétdimenziós geológiai szelvényrajzot készítettem. Az egyes üledékkategóriák jelei a következők:

- |  |   |
|--|---|
| 1.    | 6.     |
| 2.  | 7.   |
| 3.  | 8.   |
| 4.  | 9.   |
| 5.  | 10.  |

Jelmagyarázat:

1. recens talajszint, 2. tipikus lösz, 3. homokos lösz, 4. embrionális talajszint, 5. csernozjom talaj, 6. barna erdőtalaj, 7. krotovinák, 8. mészkonkréciós horizont, 9. mészpad, 10. réteghiány.

A paleotalaj rétegeket lokális elnevezéssel illetttem, ugyanis azok párhuzamosítása kényes és nem minden esetben megoldható feladat.

A mintavételezés ezek után, mind az üledékföldtani és geokémiai, mind pedig a malakológiai vizsgálatokhoz 40 centiméterenként történt.



## 5.2. A szemcseösszetételi (üledékföldtani) vizsgálatok módszerei

A vizsgálatokat négy feltárás teljes rétegsorára az USA-ban, a Washington State University Pedológiai és Negyedkori Tanulmányok Laboratóriumában végezték, másfelől pedig hat további feltárás esetén reprezentatív módon, feltárásonként 4-6 mintán a Pécsi Tudományegyetem Természetföldrajzi Laboratóriumában magam végeztem.

a) A Washington State University Pedológiai és Negyedkori Tanulmányok Laboratóriumában a vizsgálatok Malvern Mastersizer-S lézer analizátorral történtek, amelynek mérési tartománya 5 és 875 mikron közé esett. Az e feletti mérettartományokat nedves szitálással mutatták ki.

A lézeranalizátoros vizsgálat lépései:

Első lépésben a minták karbonát tartalmának, ezt követően pedig szerves anyag tartalmának eltávolítása történik.

A  $\text{CaCO}_3$  eltávolításához először  $\text{NaOAc}$ -t adnak a mintákhoz, majd azokat forró lapra helyezik és  $75^\circ\text{C}$ -on 1 órán át hevítik. Ha a karbonát feltárása megtörtént, a minták 10 percig tartó centrifugálása következik 1800-2000/perc fordulaton. Ezután desztillált vizet adnak a mintához és jól átkeverik, végül pedig centrifugálás után dekantálják (iszapolják) és „lefölozik”.

A szerves anyag tartalom eltávolításához elsőként 30%-os  $\text{H}_2\text{O}_2$  adnak a mintához. A keveréket jól átmozgatják. A habzás elültét követően a mintát  $65^\circ\text{C}$ -os forró lapra helyezik és 1 órán át itt tartják. Ha reakció (habzás) már nem történik, desztillált vizet adnak a mintához, összekeverik, majd centrifugálják. A felszínen maradt folyadékot lefölozik és a visszamaradt üledéket kemencébe helyezik, amíg sárszerű pasztává nem szárad.

Ezt követően kerül a lézeranalizátorba.

Minden egyes minta elemzése háromszor került lefuttatásra, így tulajdonképpen egy mintából három adatsor készült. Az adatsorok átlagát vettem alapul a későbbiek során.

b) A Pécsi Tudományegyetem Természetföldrajzi Laboratóriumában a szemcseeloszlási vizsgálatokat a 0,25 mm feletti frakciókra vonatkozóan nedves szitálással, az ez alattiakra Malvern Mastersizer Micro és Fritsch Analisette 22 lézeres szemcse analizátorral végeztem.

A nedves szitálós vizsgálat folyamata:



Első lépésként a mintákat kiszárítottam, majd BONSO típusú precíziós, elektronikus mérlegen kimértem belőlük 50 g mennyiséget. A mérések ezen a mintamennyiségen zajlottak. Második lépésben az anyagot vízzel vegyítettem, majd röviddel ezután 7,5%-os  $\text{H}_2\text{O}_2$ -t adtam hozzá. Körülbelül 10-15 perc után a mintát szitasorba helyeztem és nedves szitalással bontottam frakciókra a 0,25 mm-es mérettartományig. A szitákban maradt anyagot kiszárítottam, majd elektronikus mérlegen lemértem. Az adatokat folyamatosan precízen feljegyeztem.

A szitasoron átesett és összegyűlt anyagból homogenizálás után átlagmintát vettem mintavevő segítségével és 2 napig ülepedni hagytam. Ezt követően a leülepedett anyag feletti részt leszívattam, az anyaghoz pedig 5%-os HCl-et adtam a karbonát eltávolítása céljából. A sósavval történt kezelés után a mintákat calgonizált (1l víz/1g calgon) bidesztillált vízzel szuszpenzióba vittem és 1 órára rázógépbbe helyeztem. Az így nyert szuszpenzió került végül a lézer analízatorba.

A szemcseösszetételi adatokból az alábbi szemcseméret tartományokat (FRIEDMAN és SANDERS 1978) képeztem:

0,125 mm feletti (finom, közép és durva homok),  
 0,125-0,0625 mm feletti (nagyon finom homok),  
 0,0625-0,0312mm között (nagyon durva kőzetliszt)  
 0,0312-0,0156 mm közötti (durva kőzetliszt),  
 0,0156-0,0039 mm közötti (finom és közepes kőzetliszt),  
 0,0039-0,002 mm közötti (nagyon finom kőzetliszt),  
 0,002 mm alatti (agyag) frakciók.

Az adatokból a frakciókat megjelenítő hasábdigramokat készítettem és az alább megadott egyenletek ((1), (2), (3), (4)) segítségével jellemző szöveti paramétereket (FOLK és WARD 1957) számoltam, amelyeket szelvényenként egy ábrán tüntettem fel, valamint az adatokat táblázatokban is közöltem.

1. Közepes szemcseméret ( $M_z$ ):

$$M_z = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3} \quad (1)$$



Az eredményeket az alábbi táblázat segítségével értékeltem:

Érték (φ)	Üledékkategória
-1 alatt	Kavics
-1 és 0 között	nagyon durva homok
0 és +1 között	durva homok
+1 és +2 között	közepes homok
+2 és +3 között	finom homok
+3 és +4 között	nagyon finom homok
+4 és +8 között	kőzetliszt (szilt)
+8 felett	Agyag

2. Szórás, osztályozottság (σ<sub>I</sub>):

$$\sigma_I = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6.6} \tag{2}$$

Az eredményeket az alábbi táblázat segítségével értékeltem:

Érték (φ)	Osztályozottság
0,35 alatt	igen jól osztályozott
0,35-0,50	jól osztályozott
0,50-0,70	közepesen jól osztályozott
0,71-1,00	közepesen osztályozott
1,00-2,00	gyengén osztályozott
2,00-4,00	nagyon gyengén osztályozott
4,00 felett	extrém gyengén osztályozott

3. Ferdeség (Sk<sub>I</sub>):

$$Sk_I = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{84} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_5 + \varphi_{95} - 2\varphi_{50}}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)} \tag{3}$$

Az eredményeket az alábbi táblázat segítségével értékeltem:

Érték (φ)	Jelentés (matematikailag)
+1,00 és +0,30 között	erősen pozitív ferdeségű
+0,30 és +0,10 között	pozitív ferdeségű
+0,10 és -0,10 között	közel szimmetrikus
-0,10 és -0,30 között	negatív ferdeségű
-0,30 és -1,00 között	erősen negatív ferdeségű

A nagyobb mennyiségű finom frakciót tartalmazó minták pozitív ferdeségűek, a nagy mennyiségű durva frakciót tartalmazók negatív ferdeségűek.



4. Csúcsosság (K<sub>G</sub>):

$$K_G = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2.44(\varphi_{75} - \varphi_{25})} \tag{4}$$

Az eredményeket az alábbi táblázat segítségével értékeltem:

Érték (φ)	Csúcsosság
0,67 alatt	nagyon platykurtikus
0,67-0,90	platykurtikus
0,90-1,10	mezokurtikus
1,10-1,50	leptokurtikus
1,50-3,00	nagyon leptokurtikus
3,00 felett	extrém leptokurtikus

5.3. A geokémiai vizsgálatok módszerei

Az üledékek kémiai összetételére vonatkozó vizsgálatok elvégzésére az USA-ban a Washington State University Geológia Tanszékének Geoanalitikai Laboratóriumában került sor. A többlépéses analízis egy úgynevezett röntgen fluoreszcens (X-Ray fluorescens – XRF) módszerrel történt (JOHNSON et al. 1999).

Vizsgálati lépések:

1. LOI-előkészítés illetve –mérés

A vizsgálat során 7-8 gramm mintát mérnek be, azt deszikkátorba, majd 16 órára 900 °C-os kemencébe helyezik. Amennyiben a mintáknak magas agyag- vagy MnO<sub>2</sub>-tartalma van, csupán 750 C° alkalmazható az olvadás elkerülése érdekében. A hevítést követően kiveszik a mintát a kemencéből és lehűtik (a folyamat végén deszikkátorban). Ezután ismét lemérik a mintát és végül a hevítés során eltávozott anyagmennyiséget fejezik ki százalékos arányban. A LOI (Loss On Ignition), magyarul hevítési veszteség vagy illóanyag tartalom tehát az a súly, amit a minta 16 órás 900 °C-os „sütése” után veszít. Lényege, hogy ezzel tulajdonképpen az erősen kötött H<sub>2</sub>O eltávolítása történik, amely normál (100 C° alatti) szárítással nem valósítható meg. A LOI-t tulajdonképpen, mint a mérés pontosságára utaló nyilvánvaló mérőszámként fogják fel, bár JOHNSON et al. (1999) szerint a valódi torzítás és laboratóriumok közötti elemzési eltérések meghatározásához valójában a vas egyetlen oxidációs állapotra számolása, a LOI kiküszöbölése és a 100%-ra való normalizálás az alapvetően fontos. A LOI egyébként egy



adott minta (pl. paleotalaj) humusz- vagy organikus anyag tartalmára is utal (KUKLA és CILEK 1996, NOVOTHNY et al. 2002).

## 2. XRF-előkészítés

Az XRF-előkészítés egy ismételten többlépcsős, viszonylag munkaigényes feladat.

### a) Darálás.

A kőzetanyag finom porrá őrlése 2 percen át wolfram-karbid tálas őrlőmalomban, alkohol hozzáadásával.

### b) Lemérés, keverés.

A visszamaradt porból (őrleményből) 3,5000-3,5100 g bemérése és 1:2 arányú keverése dilítium-tetraboráttal ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 10 percen át.

### c) Fúzió.

A keverék összeolvasztása 1000 °C-os kemencében 5 percen keresztül, majd annak lehűtése.

### d) Ismételt átdarálás.

A kiégetett anyagkorongok visszahelyezése és őrlése a forgómalomba 35 másodpercre. Ez a művelet az anyag egyneműségének biztosítása érdekében szükséges, a röntgensugaraknak ugyanis az elemeken kell vetülniük és nem a keverék inhomogenitásain. Ezt egy ismételt 5 perces fúzió követi.

### e) Tisztítás, polírozás.

A kiégetett minták aljának simára csiszolása szilikon-karbid szemcséken, majd egy ultrahangos készülékkel való tisztítása és alkoholos lemosása.

Az üvegszerű anyagkorongok ekkor már alkalmasak az XRF-spektrométerbe helyezésre, ami már az elemzési procedúra kezdetét jelenti.

## 3. Elemzési procedúra

Az elemzési procedúra során az ismeretlen összetételű minták 27 elemkoncentrációját méri oly módon, hogy az elemek röntgensugár intenzitását standard minták intenzitásával vetik össze. A folyamatban egyfajta kalibráció gyanánt tiszta erezett kvarcot használnak fel minden elem esetén (kivéve a Si-t). Hozzávetőlegesen háromhetente illetve 300 minta után egy rekálibráció történik a referenciaminták segítségével. Minden elem intenzitását automatikusan a vonalas interferenciára és az adszorpciós effektusra korrigálják. A fő- és nyomelemeket illóanyag mentes bázisra, 100 %-ra normalizálják és általában ezeket a normálértékeket használják.



Alacsony koncentrációknál (10 ppm alatt, néhány elemnél 30 ppm alatt) a nagy számban ismételhető XRF technika veszít a precizitásából, ugyanis a konstans műveleti feltételek (állandó Rh-cél és feszültség) nem ideálisak a Sc, V, Nb és Ba tartalom méréseknél. A Ni, Cr, Sc, V és Ba értékek 30 ppm alatt csupán szemikvantitatívak, a La és Ce esetén sem teljesen kielégítő a precizitás, azonban a Rb, Sr, Zr, Nb, Y, Ga, Cu, Zn, Pb és Th értékek 1-3 ppm-ig pontosak. Ezek miatt a geokémiai értékelésnél csupán az utóbb említett elemek értékeit szabad figyelembe venni 30 ppm alatti koncentrációknál. Ilyen szempontból csak a Sc és a Ni koncentrációkkal lehet probléma, ugyanis a Sc tartalom minden mintában 0-23 ppm között változik, míg a Ni koncentráció 14 és 56 ppm között, tehát közel a 30-hoz. Ennek ellenére a vizsgálatok során az összehasonlításnál tehát leginkább a Rb, Sr, Zr, Y, Cu, Zn, Pb pontos értékeit vettem figyelembe.

A geokémiai adatokat táblázatokba foglaltam, ahol a fejlécben jelenik meg a minta származási helye, a minta kódja és az izzítási veszteség (LOI). Ez alatt jelennek meg külön a főkomponensek és külön a nyomelemek, majd végül bizonyos jellemző geokémiai arányok (CaO/MgO, CaO+K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O és Sr/Ba). A jelen munkában a jobb összehasonlíthatóság kedvéért nem a normálértékek kerültek bemutatásra.

#### 5.4. A radiokarbon vizsgálat módszere

Az egyetlen mintára (Majs 2. számú feltárás b) szelvénye, 2,4 méter, csigahéjakból) vonatkozó radiokarbon (<sup>14</sup>C) kormeghatározást a Magyar Tudományos Akadémia debreceni Atommagkutató Intézetének Környezetanalitikai Laboratóriuma végezte egy GPC, I/5 nevű és azonosítójú vizsgáló berendezéssel.

A vizsgálat során a csigahéjak kémiai előkezelésére 1-2 %-os HCl oldatban mechanikus (kézzel történő) tisztítást alkalmaznak, melynek során eltávolítják a héjanyag 20-30 %-át. Ezután a héjat őrlés nélkül a feltáró rendszerbe helyezik és a foszforsavval felszabadított szén-dioxidot időrendi sorrendben két részre osztják és a két frakció aktivitását is külön mérik. Az eredmény csak akkor elfogadható, ha a kagylóhéj külső felületéről származó gáz aktivitása megegyezik a belső részekből származóéval.

A minták radiokarbon kormeghatározása és koncentráció mérése alacsony háttérű mérőhelyen, passzív védelemmel, antikoincidencia védőszámlálóval ellátott kilenc proporcionális számláló segítségével történik.

A vizsgálat eredménye a minta kalibrálatlan, konvencionális radiokarbon kora.



A módszerrel kapcsolatosan további bővebb információk szerezhetők a laboratórium honlapjáról (<http://www.atomki.hu/kal/vizsgalatok.html>).

### 5.5. A malakológiai elemzés módszerei

A malakológiai anyag mindig azonos mennyiségű (5-6 kg) üledékből származott (KROLOPP 1973). Az üledéket 0,8 mm átmérőjű szitán mostam át (FÜKÖH 1997). Bizonyos mintáknál hidrogén-peroxid ( $H_2O_2$ ) használatára is szükség volt. A megszárított és kiválogatott anyagot a Pécsi Tudományegyetem ZEISS mikroszkópjának segítségével, KERNEY et al. (1983) és LOŽEK (1964) munkáinak, valamint fosszilis összehasonlító anyagoknak a felhasználásával faji szinten határoztam meg. A fajok ökológiai besorolásánál elsősorban KROLOPP és SÜMEGI (1992), SÜMEGI és KROLOPP (1995) munkáit illetően LOŽEK (1964, 1965) és KERNEY et al. (1983) műveit vettem figyelembe.

Az adatokat táblázatba foglaltam, melyben a fajok ökológiai csoportok szerint rendezett mennyiségi eloszlásai, dominancia viszonyai jól láthatóvá váltak, így módon tehát az egyes eltérő paleoökológiai szakaszok, zónák is jól elkülöníthetők voltak.

A táblázatban az ökológiai csoportokra vonatkozó jelölések az alábbiak.

Szárazföldi fajok:

- A. nyílt területen élő, szubhigrofil fajok,
- B. hidegtűrő, higrofil fajok,
- C. melegkedvelő, szárazságtűrő (termofil, xerotherm) fajok,
- D. nagy ökológiai tűrőképességű (euryök, mezofil) fajok,
- E. erdei elemek,
- G. higrofil, vízparti elemek,
- I. kriofil, hidegkedvelő fajok,
- J. nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek.

Vízi fajok (H.):

- H/P. mocsári fajok,
- H/Pp. időszakos vízben élő, mocsári fajok,
- H/S. állóvízi fajok,
- H/F. folyóvízi fajok.



A malakológiai munkarész részben egy nemzetközi viszonylatban is új, őshőhajlati rekonstrukciós módszerre, a SÜMEGI (1989) által kidolgozott, majd továbbfejlesztett (SÜMEGI 1996) „malako-hőmérő” módszerre épül, melynek felhasználásával a napjainkban különböző magassági övekben és eltérő éghajlati területeken élő csigafajok negyedidőszaki rétegekben kimutatott aránya alapján lehet az egykori tenyészidőszak júliusi középhőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) viszonyait rekonstruálni. Ezeket az értékeket természetesen a táblázatokban is feltüntettem.

A júliusi középhőmérséklet értékeit ( $T_{July}^{\circ}$ ) az alábbi egyenlet (5) felhasználásával számítottam ki (SÜMEGI és KROLOPP 2002):

$$T_{July}^{\circ} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i T_i}{\sum_{i=1}^n A_i} , \quad (5)$$

ahol

$A_i$  = az adott  $i$  faj száma a mintában,

$T_i$  = az adott  $i$  faj hőmérsékleti optimuma,

$n$  = a számításhoz használt fajok száma.

Az őshőmérsékleti értékelés során a HUM (2001) által kialakított nomenklatúrát használtam.

Eszerint:

$T_{July}^{\circ} < 15^{\circ}\text{C}$  esetén „hűvös”,

$15^{\circ}\text{C} < T_{July}^{\circ} < 16^{\circ}\text{C}$  esetén „átlagos”,

$16^{\circ}\text{C} < T_{July}^{\circ} < 17^{\circ}\text{C}$  esetén „enyhe”,

$17^{\circ}\text{C} < T_{July}^{\circ} < 18^{\circ}\text{C}$  esetén „nagyon enyhe”,

$18^{\circ}\text{C} < T_{July}^{\circ}$  esetén „meleg” megnevezésekkel illettem a paleoklímát.

A malakológiai viszonyok bemutatásához ábrákat is készítettem, amelyeken egyfelől a Mollusca-fauna ökológiai csoportok szerinti megoszlását, másfelől pedig az egyedszám és a fauna alapján számított őshőmérsékleti értékeket tüntettem fel. Az őshőmérsékleti görbe vonala azon szelvényszakaszok esetén szaggatott, melyeknél a minták egyedszáma nem érte el az 50-et. A vonal vékony abban az esetben, ahol az egyedszám 50-100 közötti és végül vastag azon szakaszokon, ahol 100 feletti.



## 6. A SZELVÉNYEK VIZSGÁLATI EREDMÉNYEI

### 6.1. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás

#### 6.1.1. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény a község Lippó felé eső részén található szemétlerakó végében, a halászház közvetlen közelében (2. ábra) került kialakításra (é.sz.: 45°54,38'; k.h.: 18°35,11'). Magassága mintegy 7,20 méter, benne egy fosszilis talajréteg figyelhető meg (1. kép). Tengerszint feletti magassága 109 m. A feltárásban tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem fedezhető fel.

3,30-7,20 m között a szelvény bázisán halvány sárga lösz (2,5Y 8/4) települ. Elválása függőleges, hosszú hasadási lapok mentén, melyek 8-10 cm-re vannak egymástól. A réteg dőlése nem mérhető, közel vízszintes. Mátrixában pseudomicéliumok (PÉCSI 1993), elszórtan tömött, apró szineretikus repedésekkel tagolt, kb. 5 cm átmérőjű mészkonkréciók, valamint krotovinák figyelhetők meg. A löszköteg felső részén a felette elhelyezkedő paleotalaj alatt erőteljes löszkonkréciós horizont alakult ki. Határa felfelé elmosódó.

A löszre 2,45-3,30 m között egy sárgásbarna, barnába hajló színű (felső része: 10YR 6/4, alsó része: 10YR 5/4) talajréteg (Cg<sub>1</sub>) települ. A réteg dőlése nem mérhető, közel vízszintes, felső határa elmosódó. Elválása függőleges, a hasadási lapok 5-8 cm-re vannak egymástól. Gömb alakú, 1-2 cm átmérőjű mészkonkréciók, valamint növényi gyökérmaradványok találhatók benne.

0,90-2,45 m között egy löszköteg települ, melynek színe világos sárga (2,5Y 8/4). Szemcseméretére a durva közetliszt frakció jellemző. Elválása függőleges, hosszú hasadási lapok mentén, melyek 3-8 cm-re vannak egymástól. Mátrixában néhány gömb és henger alakú mészkonkrécio figyelhető meg.

A rétegsort végül egy sárgásbarna színű (10YR 5/4), morzsalékos szerkezetű, kevert, talajosodott szint zárja (0,00-0,90 m), amely éles határvonallal különül el az alatta elhelyezkedő durva közetliszttől. Ilyen szempontból feltehető, hogy a területen lejátszódó eróziós folyamatok néhány ezer év üledékét eltüntették, tehát a két réteg között üledékhézag van.

#### 6.1.2. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás szedimentológiai vizsgálatának eredményei

A rétegsorban a durva és nagyon durva közetliszt vagy löszfrakció (0,0156-0,0625 mm) aránya 35-55% között változik (3. ábra, 1. táblázat). Legalacsonyabb értékét (35%) a recens



talajszintben éri el. A löszkötegekben általában 45-55% közötti az aránya. Az agyagfrakció (0,002 mm alatt) 12%-ot is meghaladó mennyiségű a recens talajszintben, a löszrétegekben 5,5-9% közötti. Érdekes, hogy a makroszkóposan markánsan kirajzolódó  $Cg_1$  jelzésű paleotalaj szint agyagtartalma csupán 7% körüli, viszont a szint finom és közepes kőzetliszt frakciója magasabb (0,0039-0,0156 mm: 25-27% körüli) még a recens talajszinténél is. A nagyon finom és a finom és közepes kőzetliszt frakció aránya együttesen 20-40% közötti, a löszben átlagosan 28-32%. A 0,0625 mm feletti homokfrakciók aránya általában 10-15% közöttinek adódott, egy szintben 22% körüli.

A szemcseösszetételi paraméterek közül a közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei 17-19 és 20-22  $\mu m$  között változnak a löszkötegekben. A recens talajszintben ez az érték 11 mikrométer, míg a paleotalaj szintben 16 mikron körüli. A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei 1,5-2,3 közöttiek, tehát az üledékek jórészt gyengén vagy igen gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) értékei 0,22-0,35 közöttiek, szélső értékeik 0,13 és 0,45, tehát szemcseösszetételi görbéik pozitív, igen pozitív ferdeségűek, ami nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei általában 1,2-1,5 közöttiek, tehát a görbék leptokurtikusak, a recens talajszintnél mezokurtikus. Előbbi esetben ez az ülepítő közeg utóbbihoz viszonyítva élénkebb energiaviszonyaira utal.

Összefoglalva a szemcseösszetételi vizsgálatok eredményei azt mutatják, hogy a jelen rétegsort felépítő löszök gyengén osztályozott, magasabb finom frakciót tartalmazó üledékek. A mállás intenzitása a rétegsorban a paleotalaj szintben és recens talajszintben volt a legnagyobb, de viszonylag magasabb lehetett a rétegsor felső (0,80-2,00 m) és a legalsó (7,20-8,00 m) részén is.

#### 6.1.3. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás geokémiai vizsgálatának eredményei

A szelvény a geokémiai információk alapján alapvetően 7 zónára osztható (4. ábra, 11. táblázat).

A rétegsor bázisán 7,60-8,00 m között (CGKZ-1.) települt üledék  $SiO_2$  tartalma viszonylag alacsony, ezzel szemben az  $Al_2O_3$  mennyisége magas. Az  $FeO$  tartalom átlagos, a  $K_2O$ ,  $Na_2O$  és a  $P_2O_5$  mennyisége alacsony. A nyomelemek közül a  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Rb$ , és  $Ba$  tartalom viszonylag magas, míg a  $Sr$  tartalom közepes. Az  $MgO$  mennyisége alacsony. Ezzel összevetve rendkívül érdekes azonban, hogy a  $CaO$  mennyisége meglehetősen magas. Ennek köszönhető a magas  $CaO/MgO$  arány is. A  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  és a  $Sr/Ba$  arány is átlagos (1,41 és 0,50). Az adott üledékrétegből igen ellentmondásos információk kerültek



tehát elő, így azok megítélése sem egyszerű. Az adatok alapján közepes intenzitású mállás állapítható meg.

Az e felett 7,20-7,60 m között (CGKZ-2.) települt rétegek  $\text{SiO}_2$  tartalma magasabb, meghaladja a 62%-ot, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége pedig majdnem eléri a 14%-ot. A  $\text{TiO}_2$  tartalom viszonylag magas, az  $\text{FeO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége közepes. Az alkáli földfémek (Ca, Mg, Sr) mennyisége a kilúgozódásnak köszönhetően szintén viszonylag alacsony. A nyomelemeknél a Cu, Zn, Rb, Zr és Ba tovább dúsult az üledékben. Az előző adatok és a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}/\text{MgO}$  és Sr/Ba arányok (0,93, 2,68 és 0,45) alapján, amelyek közepes, kissé alacsony értékeket mutatnak, az adott üledék képződése során a mállás intenzitása jelentősebb volt.

A rétegsorban 6,00-7,20 m között (CGKZ-3.) lévő löszrétegekben a  $\text{SiO}_2$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége némileg csökkent az alatta települt üledékekéhez viszonyítva, azonban még így is viszonylag magasnak mondható. Ehhez hasonlóan az  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyiségei is alacsonyabbak, de továbbra is magasnak tekinthetők. Az  $\text{MnO}$  értékei magasak. A CaO és MgO tartalom szintén viszonylag magas. A Zn, Rb, Zr és Ba tartalom csökkent, a Sr tartalom változatlan (mennyisége egy minta esetén tovább csökkent). A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , valamint Sr/Ba arányok magasabbak (1,12-1,27, 2,41-2,75 és 0,46-0,54). Az elemösszetétel alapján a tárgyalt zóna üledékrétegei közepes fokú málláson estek át.

A következő, 3,60-6,00 m közötti löszkötegetek magában foglaló geokémiai zónában (CGKZ-4.) egy újabb, az elemtartalomban kimutatható változás alakult ki. A  $\text{SiO}_2$  tartalom 53,5-59%, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége 11,2-12,2% közötti, a zóna alsó mintáiban magasabb. Az  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége alacsony, a  $\text{K}_2\text{O}$  tartalom közepes. A CaO és az MgO mennyiségei a rétegsorban itt érik el maximumukat (20,09 és 7,31%). Ezzel párhuzamosan a Cu, Zn, Rb, Zr, Ba mennyiségei minimumot, a Sr tartalom maximumot mutatnak. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány 2,22-5,81 között (ez utóbbi érték a maximum a rétegsorban), míg a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 1,30-2,03 között változik. A Sr/Ba arányok maximumot mutatnak a szelvényben (0,57-0,79). A fentiek alapján bizonyosnak látszik, hogy a mállás és kilúgozódás ennek a zónának az üledékeit érintette legkevésbé.

A következő, 2,40-3,60 m között elkülöníthető zóna (CGKZ-5.) rétegeinek  $\text{SiO}_2$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma maximumot mutat. Igen jelentős a  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$  mennyisége is. A CaO és az MgO aránya a jelentős kilúgozódás hatására alacsony. A nyomelemeknél a Cu, Zn, Rb, Zr, Ba tartalom rendkívül magas, míg a Sr mennyisége minimumot mutat. Érdekes, hogy a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány meglehetősen magas, míg a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány – a 0,76-0,85 közötti értékeivel a vártak megfelelően – alacsony. Hasonlóan alacsony a Sr/Ba arány is



(0,28-0,33), míg a  $K_2O/Na_2O$  arány itt éri el maximumát. A geokémiai adatok egyértelműen viszonylag intenzív mállásra és pedogenezisre utalnak. Ez megfelel annak a ténynek, hogy az adott zóna részben egy paleotalaj horizontot ( $Cg_1$ ) tár fel.

Erre a fosszilis talajszintre 0,90-2,40 m között ismét lösz települ. Itt a geokémiai adatokból kimutatható zónahatárok megegyeznek a talaj és lösz közötti, makroszkóposan megfigyelhető üledékhatárokkal. Az említett zóna (CGKZ-6.)  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $FeO$ ,  $MnO$ ,  $P_2O_5$  tartalma az átlagosnál kissé magasabb. Figyelemre méltó a  $CaO$  közepesnél magasabb aránya. Ennek köszönhetően a  $CaO/MgO$  arány viszonylag magas. A nyomelemek között a  $Zn$ ,  $Zr$  és  $Ba$  mennyisége szintén meglehetősen magas, a  $Sr$  tartalom átlagos. A  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  arány 1,07-1,47 között mozog, ami közepes értéknek tekinthető. A  $Sr/Ba$  arány az előző zónához viszonyítva magasabb, átlagos értékű (0,34-0,44). Az elemösszetétel előző szakaszhoz viszonyított megváltozása jól mutatja a mállás és kilúgozódás intenzitásának csökkenését, amelynek során a talajosodás is megszűnt. Az adott zóna löszei a geokémiai adatok szerint közepesen mállottak.

A rétegsort záró recens talajszintet magában foglaló, 0,00-0,90 m közötti zóna (CGKZ-7.) geokémiai értékei igen karakterisztikusak. A  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $FeO$ ,  $MnO$ ,  $P_2O_5$ ,  $Cu$ ,  $Zn$ ,  $Rb$ ,  $Ba$ , tartalom itt éri el maximumát. A  $CaO/MgO$  arány (1,45), a  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  arány (0,48) illetve a  $Sr/Ba$  arány (0,26) minimumot mutat, jelezve a rendkívül erős talajosodást, melynek hatására a fedő recens talaj kialakult.

Az elemtartalom tekintetében a rétegsorban igen jelentős változások tapasztalhatók, amelyek egyértelműen mutatják a mállás és kilúgozódás valamint a pedogenezis intenzitásának ingadozásait. A geokémiai adatok szerint a szelvényt alkotó üledékek jó részét a mállás közepesen érintette. (A pedogenezis a rétegsorban egy paleotalaj szintet is létrehozott.) Csupán a 3,60-6,00 m közötti szakasz üledékei kevésbé vagy alig mállottak. Érdekes, hogy amíg a  $CaO/MgO$ , a  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  és a  $Sr/Ba$  arányok jól tükrözik a fent említett változásokat, addig a  $K_2O/Na_2O$  arányban csak kisebb és kevésbé következetes eltérések mutatkoznak, így az nehezebben értékelhető információkat szolgáltat az üledékekről.

#### 6.1.4. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás malakológiai vizsgálatának eredményei és sztratigráfiai értékelése

A szelvényből fajszerkezetét tekintve közepesen, egyedszámában (760 db) nem túl gazdag, 16 szárazföldi és 1 vízi taxont tartalmazó fauna került elő (22. táblázat). Szinte minden egyes mintában többségben vannak a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok (*Granaria frumentum*,



*Pupilla triplicata*, *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*). A feltárás a malakofauna alapján négy részre tagolható (5. ábra).

A 6,40-7,20 m közötti szakasz (CMZ-1.) faunájában a legnagyobb arányban (72,5 %) a nagy ökológiai tűrőképességű fajok csoportja van jelen, domináns faunaelem a nyílt és zárt növényzet átmeneti zónájában élő, enyhébb szakaszokban jelentkező *Vallonia costata*. Kísérője a nyílt területen élő *Pupilla muscorum*. A fauna másik jelentős részét (24,6 %) a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok teszik ki (*Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*). Ezen kívül kis gyakorisággal megjelenik még a *Nesovitrea hammonis*, a *Succinea oblonga*, *Trichia hispida* és a *Vitrea crystallina* is. Az egyik mintában felbukkan az egyetlen vízi faj, az időszakos, kisebb vízben élő, mocsári elem az *Anisus spirorbis*. Mindezek alapján feltételezhető, hogy a löszréteg viszonylag nyílt, füves-bokros területen, enyhe klímán ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ : 17 °C) akkumulálódhatott (6. ábra). Valószínűsíthető, hogy a vízi faj a ma 50-100 m-re található patak ősenek árterén lévő időszakos vízben élhetett (HUM 1999).

A 4,80-6,40 m közötti szakasz (CMZ-2.) faunáját a termofil, szárazságtűrő fajok (*Granaria frumentum*, *Pupilla triplicata*, *Helicopsis striata*) uralják (64,7 %). Jelen vannak még a nagy tűrőképességű fajok (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*) is (29,4 %). A nedvességkedvelő fajok teljesen eltűntek. Ezen minták faunája mind a fajszám, mind pedig az egyedszám tekintetében szegényebb. A nedvesség feltehető csökkenése szelektálónan hatott a faunára, csak kevés faj volt képes elviselni a változást. A területet nyílt vegetáció boríthatta, ahol a hőmérséklet tovább emelkedett, a csapadék mennyisége pedig lecsökkent, az éghajlat szárazabbá vált. Az *Anisus spirorbis* itteni megjelenése ismét az előzőekben leírt módon értelmezhető.

A 2,00-4,80 m közötti szakasz (CMZ-3.) malakofaunájában továbbra is kiemelkedő szerep jut a melegkedvelő, szárazságtűrő fajoknak (63,3 %), domináns a *Granaria frumentum* és a *Helicopsis striata*. A nagy ökológiai tűrőképességű, euryök fajok számaránya 33 %, nagy részét a *Pupilla muscorum* és a *Vallonia costata* fajok adják, de megjelenik a *Vertigo pygmaea* is. Az anyagban elvétve előfordul egy-egy nedvességigényesebb taxon (*Clausilia dubia*, *Vitrea crystallina*, *Succinea oblonga*, *Euconulus fulvus*) és egyetlen *Anisus spirorbis* is. (A kép teljességéhez hozzátartozik, hogy más gyűjtések alkalmával, mintegy 3,20 m mélységben a xerotherm, intergaciálisokban illetve interstadiálisokban jelentkező (KROLOPP 1966) *Truncatellina cylindrica* is előkerült.) Ebben a szakaszban az üledékképződés feltehetően nagyrészt nyílt, füves-bokros vegetáció mellett zajlott, amit helyenként fás, facsoportos életterek tagolhattak. Az előző időszak meleg klímája átöröklődött erre a periódusra is, de az némileg nedvesebbé vált.



A 0,80-2,00 m közötti szakasz (CMZ-4.) malakofaunáját tekintve a melegigényes, szárazságtűrő faunaelemek összaránya csökken (45 %), de még mindig meghatározó a szerepük (főként a *Granaria frumentum*). A nagy ökológiai tűrőképességű fajok számaránya némileg csökken (27 %). A higrofil, szubhigrofil, nagyobb növényzeti borítottságot igénylő fajok száma az előző faunához képest nagymértékben megemelkedett (*Euconulus fulvus*, *Vitrea crystallina*, *Nesovitrea hammonis* és a *Perforatella rubiginosa*), valamint magasabb a hidegtűrő, higrofil elemek aránya is, főként a *Succinea oblonga* fajé, de újra feltűnik a *Trichia hispida* is. Tehát egy kevert jellegű faunáról van szó, mely átmeneti éghajlati és vegetációs állapotot tükröz. A klíma nedvesebbé, a növényzet zártabbá válhatott. A számítások továbbra is magas, 18 °C körüli őshőmérsékleti értékeket ( $T_{July}^{\circ}$ ) mutatnak. A nyílt életterekkel szemben megnőtt a bokros-erdős biotópok száma.

A 0,00-0,80 m közötti záró réteg egy talajosodott, átmozgatott szint, amelyből nem állnak rendelkezésre adatok.

Genetikai szempontból a szelvényben található löszkötegek kialakulása feltehetően száraz térszínen, eolikus szállítás és akkumuláció révén mehetett végbe, rövid időszakokban nyílt, többnyire azonban inkább zártabb, bokros-fás életterekkel megszakított mozaikszerű vegetáció mellett. A paleoszol réteg még nedvesebb klíma és zártabb vegetáció mellett képződhetett. Ez, a szelvényben 2,45-3,30 m között települt talajosodott horizont ( $Cg_1$ ) feltehetően a Mende Felső Talajkomplexum (PÉCSI 1993, PÉCSI 1998)  $MF_1$  talaja lehet. A korábbi leírások ezt a talajt egy gyengébben fejlett szintként mutatták be (PÉCSI 1993). PÉCSI (1995, 1998) 45-60 ezer BP évek között felhalmozódott szintnek, FRECHEN et al. (1997) 35-50 ezer BP évek közötti korúnak, míg SÜMEGI és KROLOPP (2005) késő és középső-würm határán (25-30.000 BP évek) keletkezettnek tartja. WINTLE és PACKMANN (1988) az  $MF_1$  felett lévő löszből  $24.0 \pm 2.0$  ka, az alatta települt löszből  $43.4 \pm 3.8$  ka, ZÖLLER és WAGNER (1990)  $44.3 \pm 2.7$  ka adatokat publikált. NOVOTHNY et al. (2002) az albertirsai feltárásban  $MF_1$  szinttel párhuzamosított réteget 25-37 ezer BP évek közötti korúnak találták. A jelen paleotalaj szint ( $Cg_1$ ) szemcseösszetételi (pl. agyagtartalom) és geokémiai adatai is egy, fosszilis talajszintek között gyengébben fejlett horizontról árulkodnak. Faunája sajnos meglehetősen szegény, de abban főként a melegkedvelő és mezofil fajok jelennek meg. Az adott szint valószínűleg egy interstadiális szakasz képződménye, egy viszonylag gyengébb talajosodás végterméke lehet, s mint ilyen az  $MF_1$  paleotalajjal párhuzamosítható. Ezen feltételezés mellett szóló további érv, illetve közvetett bizonyíték a néhány száz méterre található Majs 2. számú a), b) feltárások vizsgálatának eredményei. A b) feltárásból származó abszolút koradat szerint a szelvény 2,4 méter mélységéből származó fauna kora  $33270 \pm 1140$  BP év. Ennek megfelelő



rétegtani szintben helyezkedhetett el egy mára lepusztult őstalap szint a néhány méterrel arrébb kialakított Majs 2. számú feltárás a) szelvényében, melyre ma már csak egy markáns mészkonkréciós horizont hívja fel a figyelmet. Valószínű, hogy ezen utóbbi feltárások felé lejtő löszplatót közel azonos szintben tárják fel a szelvények, azonban a plató délebbi szegélyén az MF<sub>1</sub> paleotalaj lepusztult (52. ábra).

A Majs 1. feltárásban található őstalap szint – ami malakosztratigráfiaailag a *Catinella arenaria* szubzónának (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) felel meg – feletti löszrétegek tehát késő-würm korú képződmények lehetnek. A fosszilis talaj alatti rétegekben, mintegy 5 m körül ismét egy mészkonkréciós horizont (újabb talajképződés le nem pusztult bizonyítéka?) figyelhető meg. Feltehető, hogy az Cg<sub>1</sub> paleotalaj alatt a szelvényben réteghiány van, így a rétegsor ezen része akár kora-würm, sőt esetleg még idősebb, középső-pleisztocén képződményekből épülhet fel.

## 6.2. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye

### 6.2.1. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének elhelyezkedése és makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A feltárás a falut elhagyó, Lippó felé vezető utat keresztező Majsi-patak melletti tehéntelepnél található (é.sz.: 45°54,19'; k.h.: 18°35,38') (2. ábra, 2. kép). Tengerszint feletti magassága 107 m. A löszfalban két szelvényt alakítottam ki, a legnagyobb rétegvastagságú részen az a) jelzésű, a fal peremi, elvékonyodó részén pedig a b) jelzésű szelvényeket.

Az a) szelvény magassága 6,00 m, melyben paleotalaj nem fedezhető fel. A lösz makroszkóposan szinte teljesen homogén, egyveretű. A szelvényben tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem figyelhető meg. A feltárás felső, kb. két méter vastagságú része enyhe színeltérést mutat az alsóbb rétegekhez képest. Míg az utóbbiak sárgásbarnák, addig az előbbiek halvány barnák. Ez főként távolról szembeötlő, az anyag közvetlen vizsgálata során a Munsell-skála szerinti 10YR 7/3 kódú színhez volt sorolható. A lösz elválása függőleges, oszlopos, hasadási lapjai 5-10 cm-re vannak egymástól. Mátrixában elszórtan növényi gyökérmaradványok (pszeudomorfózák) találhatóak a felső szakaszon, míg a szelvény legalsó rétegeiben barnásvörös limonitfoltok figyelhetők meg. A felszíntől számítva, mintegy 4,80-5,00 m mélységben egy erőteljes mészkonkréciós szint vehető ki. A legkülönbözőbb formájú, szineretikus repedésekkel tagolt konkréciók ezek, melyek mérete 3-5 cm-től 8-10 cm-ig terjed. Elképzelhető, hogy ez egy egykor kialakult, mára azonban a



szelvényből az erózió által eltüntetett talajhorizont alatt fejlődhetett ki, a cirkuláló pórusvizek (FÜCHTBAUER 1988) hatására.

#### 6.2.2. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének szedimentológiai vizsgálati eredményei

A rétegsorban a 0,0156-0,0625 mm közötti mérettartományba eső szemcsék aránya csupán egy-egy mintában 54-55% körüli, többnyire 45-49% körül mozog (7. ábra, 2. táblázat). Az agyagtartalom (0,002 mm alatt) 6-8% közötti, a nagyon finom kőzetliszt frakció (0,002-0,0039 mm) aránya 5 és 7 % körüli, míg a finom és közepes kőzetliszt frakció aránya általában 24-30% közötti. A homoktartalom többnyire 10-14%, egy-egy mintában eléri a 17-18%-ot.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei 20  $\mu\text{m}$  körüliek, de jórészt az alattiak (15-18 mikron). A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei 1,6-1,9 körül mozognak, tehát az üledékek gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) értékei 0,20-0,35 közöttiek, szélső értékeik 0,16 és 0,38, tehát szemcseösszetételi görbék pozitív, igen pozitív ferdeségűek, ami ennél a rétegsornál is nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei általában 1,0-1,4 közöttiek, tehát a görbék közel szimmetrikusak-kissé csúcsosak.

Mindezeket összefoglalva elmondható tehát, hogy a rétegsort felépítő löszök nagyobb mennyiségű finom frakciót tartalmazó, gyengén osztályozott üledékek. A szemcseösszetételi adatok alapján a mállás intenzitása a szelvényben 1,20-3,20 m között, 4,80-5,20 m, valamint 5,60-6,00 m között lehetett a legnagyobb. A 4,80-5,20 m közötti szintben – ahogy fentebb is említésre került – épp egy mészkonkréciós horizont található.

#### 6.2.3. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény az elemösszetétel változásai alapján 5 geokémiai zónára bontható (8. ábra, 12. táblázat).

A 2,80-6,40 m között (TtaGKZ-1.) települt löszkötegekben a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom meglehetősen magas. Figyelemre méltó, hogy a  $\text{CaO}$  mennyisége 9,31 és 12,54 % között, az  $\text{MgO}$  tartalom 2,78-4,81% között mozog, amelyek az átlagosnál magasabb értékek és közepes intenzitású kilúgozódásra utalnak. A nyomelemek között a  $\text{Zn}$  mennyisége átlagos, a  $\text{Zr}$  és  $\text{Ba}$  tartalom viszonylag magas, míg az alkáli földfémek csoportjába tartozó  $\text{Sr}$  koncentrációja maximumot mutat. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (2,16-3,54), ami a viszonylag jelentős  $\text{CaO}$  tartalomnak köszönhető. A szintben 4,80-5,20 m között egy mészkonkréciós horizont figyelhető meg, ami másodlagos karbonát-feldúsulásra utal. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 1,02-1,32 között mozog, ami közepes értéknek tekinthető. A



Sr/Ba arányok 0,39-0,60 között, viszonylag széles skálán változnak, amelyek közepes és alacsony értékeknek tekinthetők. Mindezek alapján megállapítható tehát, hogy az adott löszrétegeket közepes, néhol alacsony intenzitású mállás és kilúgozódás érintette.

A rétegsorban e felett, 2,00-2,80 m között (TtaGKZ-2.) települt üledékretegek  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma igen magas. Az FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO mennyisége a szelvényben itt éri el a maximumát. A CaO és MgO aránya minimumot mutat. A nyomelemeknél a Cu, Zn, Rb, Zr, Ba, Ce tartalom magas, míg a Sr mennyisége jelentősen lecsökkent az előző szakasz értékeihez viszonyítva. Érdekes, hogy a CaO/MgO arány 2,05-3,32 közötti, a vártnál némileg magasabb. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arányok ezzel szemben meglehetősen alacsonyak (0,70-0,88 és 0,33-0,34), szinte paleotalajra jellemző értékeket mutatnak. Az elemösszetétel alapján erőteljes kilúgozódásra és mállásra következtethetünk, a zónát alkotó üledékek erősen mállottak.

A szelvényben az 1,60-2,00 m közötti szintben (TtaGKZ-3.) egy újabb változás történt, amely a geokémiai adatokban egyértelműen azonosítható. A főkomponensek közül legnagyobb arányban előforduló  $\text{SiO}_2$ , valamint az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO mennyisége némileg csökkent. A CaO és az MgO tartalom magasabb (9,51 és 4,21%), mint az előző zóna üledékeiben. A Zn, Rb, Zr, Ba koncentráció is csökkent. Ezzel paralel, a Sr mennyisége növekedett. A CaO/MgO arány az előző zónában kimutatotthoz viszonyítva kevésbé változott, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány azonban növekedett (1,00). A Sr/Ba arány 0,39, míg a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány 1,51. A kémiai összetétel és annak előző szinthez képest történt változásai egyértelműen arra utalnak, hogy a mállás intenzitása csökkent, s az a szóban forgó zóna löszrétegeit kevésbé érintette, így azok közepesen mállottak.

A 0,40-1,60 m közötti geokémiai zóna (TtaGKZ-4.) löszkötegeinek  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma itt éri el minimumát. (A 0,40-0,80 m közötti szintben 52,34 illetve 10,31%-ot.) Hasonlóképpen a  $\text{TiO}_2$ , FeO, MnO, valamint az alkáli fémek közé tartozó  $\text{K}_2\text{O}$ , és  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége is alacsony. Figyelemre méltó, hogy a  $\text{P}_2\text{O}_5$  értéke az előző szintek mállott illetve erősen mállott löszeihez viszonyítva lényegileg nem változott (0,19-0,25%). Agyagásványokon történő adszorpcióját egyébiránt több tényező (pH, humusztartalom, stb.) is befolyásolja (HUM 2002). Az alkáli földfémek közé tartozó CaO és MgO mennyisége meglehetősen magas. Az adott zónában a Zn, Rb, Zr és más nyomelemek is minimumot mutatnak. Figyelemre méltó, hogy a Sr mennyisége nem itt a legmagasabb a szelvényben. A CaO/MgO és a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arányok magasak. A Sr/Ba arány átlagosnál magasabb (0,55-0,59). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány az előző szinthez képest emelkedett. A fentiek alapján tehát elmondható,



hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása nagymértékben tovább csökkent. A zónát alkotó üledékek gyengén mállottak.

A rétegsort záró, a recens talajszintet is részben magában foglaló üledékek 0,00-0,40 m között újabb geokémiai zónát (TtaGKZ-5.) alkotnak. A  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  tartalom ebben a szintben ismét jóval magasabb. A foszfor mennyisége kiugró maximumot ér el, 0,60%-os értékkel. Az alkáli földfémek közül a kalcium tartalom magas, ezzel szemben a magnézium aránya viszonylag alacsony. A nyomelemeknél a Zn, Rb, Zr, Ba koncentrációja közepes, míg a Sr tartalom a szelvényben másodlagos minimumot mutat. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány meglehetősen magas (3,90) a  $\text{CaO}$  magas arányának köszönhetően. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány közepes (1,30), a Sr/Ba arány átlagos (0,39), míg a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány itt éri el maximumát (1,78) az üledéksorban. Az elemek mennyiségi változásai alapján megállapítható, hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása ismét magasabb volt az adott zónát alkotó üledékek kialakulása során, amelyek átlagosan-közepesen mállottak.

Az előzőleg vázolt elemösszetételben tapasztalható változások szerint a szelvényt felépítő üledékek egy jó része közepesen vagy erősen mállott, a 0,40-1,60 m közötti zóna és részben a 2,80-6,40 m közötti zóna löszrétegeit érintette kevésbé a kilúgozódás és a mállás.

Különös, hogy a Sr koncentráció nem a mállás és kilúgozódás által legkevésbé érintett zónában a legmagasabb, hanem az üledéksor bázisát felépítő rétegeknél. Ezzel kapcsolatosan megjegyzendő, hogy ez utóbbi zónában a Sr-nál mobilisabb kalcium mennyisége is átlagosnál magasabb értékeket mutat (feltehetően egy másodlagos felhalmozódásnak köszönhetően). Ez némileg ellentmondani látszik a viszonylag magas  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  és  $\text{MnO}$  tartalomnak.

A  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom a rétegsor felső szakasza felé növekvő tendenciát mutat, annak mennyisége a fedő üledékben kiemelkedően a legmagasabb. Magyarázata, hogy a beszivárgó esővíz a talajok felszínközeli szintjéből kioldja a foszfort, ami a gyökérzónában kötődik meg és dúsul fel (KORITNIG 1965). A mintavételi hely épp ebben a szintben lehetett. Egyébiránt jól látható az is, hogy a szelvény ezen felső részében a mennyisége nem követi egyértelműen a kilúgozódás mértékét és a mállási trendet. A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány ennél a rétegsornál némileg jobban kifejezi a mállás és kilúgozódás dinamikus ingadozásait, de az értékeiben még így is egy-egy nem várt, a többi adatnak ellentmondó változás figyelhető meg.



#### 6.2.4. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

Malakofaunája fajszaám szerint közepesen gazdag, egyedszámát (2178 db) tekintve gazdagabb az a) szelvény a fentebb tárgyalt feltárás anyagánál (23. táblázat). Benne 18 szárazföldi és 1 vízi faj fordul elő, ezek alapján a szelvény négy szakaszra osztható (9. ábra).

A 4,40-6,00 m közötti szakasz (TaMZ-1.) anyagát tekintve a nagy tűrőképességű fajok összaránya igen magas (69,1 %). A melegkedvelő, szárazságtűrő fajok aránya (20 %), azon belül a *Chondrula tridens* faj száma egyes mintákban kiugró. A higrofil, hidegtűrő és a szubhigrofil, nyílt területen élők számaránya (7,6 %). A fauna egy „hűvösebb”, azonban még mindig 16-16,5 °C júliusi középhőmérsékletű ( $T_{July}^{\circ}$ ), azaz enyhe, némileg nedvesebb periódusra utal, ahol a lösz képződése fákkal, facsoportokkal tagolt, jobbra nyílt vegetációjú területen mehetett végbe (10. ábra).

A következő 1,60-4,40 m közötti szakasz (TaMZ-2.) malakofaunájában jelentősen csökken a nagy tűrőképességű fajok aránya (42 %). Jelenlétük azonban még mindig döntő fontosságú. A termofil, szárazságtűrő taxonok számaránya erőteljes növekedéssel 46,4 %-ot ér el. Főként a xerotherm *Chondrula tridens* és a *Helicopsis striata* fajok egyedszáma magas. Néhány higrofil, hidegtűrő faj továbbra is jelen van, de elhanyagolható mennyiségben. Ez alapján tehát a klíma feltehetően még enyhébbé ( $T_{July}^{\circ}$ : ~17,5-18 °C) és kissé aridabbá vált, az üledékképződés magasfűvű sztyeppen mehetett végbe.

Az 0,40-1,60 m közötti szakasz (TaMZ-3.) faunáját 50 % körüli aránnyal a nagy ökológiai tűrőképességű fajok uralják, azon belül a *Pupilla muscorum* faj egyedszáma kiemelkedő. Mellette megjelenik az enyhébb klímát kedvelő *Vertigo pygmaea* és a jelenleg montán *Orcula dolium* is. Bár a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek aránya az összfaunához képest erősen lecsökken (~23%), a termofil *Pupilla triplicata* száma a csoporton belül megemelkedik. Jelentősen megnövekszik a hidegtűrő, higrofil elemek (*Succinea oblonga*, *Trichia hispida*) és a szubhigrofil, nyílt területre jellemző (*Vitrea crystallina*, *Perforatella rubiginosa*, *Nesovitrea hammonis*, *Euconulus fulvus*), valamint a némileg nagyobb növényzeti borítottságot igénylő *Clausilia dubia* faj aránya. A fauna humidusabbá váló éghajlatot igazol, ahol bokros-ligeterdős életterek bontják meg az addig túlsúlyban lévő, összefüggő nyílt, füves vegetációt. Tehát beerdősülési folyamat vehette kezdetét. Az őshőmérséklet ( $T_{July}^{\circ}$ ) 16,9-17,9 °C között mozgott. A 0,20-0,40 m közötti szakasz (TaMZ-4.) faunájában az előző szakaszhoz képest mind a mezofil, mind a termofil elemek aránya tovább csökken (39 és 14%). Emellett a higrofil, hidegtűrő, a szubhigrofil és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek aránya tovább emelkedik. A puhatestű anyag összetétele alapján elmondható, hogy a hőmérséklet



ebben a periódusban némileg tovább csökkent ( $T_{July}^{\circ}$ :  $\sim 16,5^{\circ}\text{C}$ ), a csapadék mennyisége növekedett, a vegetáció pedig még zártabbá vált.

A 4,80-5,00 m közötti szintben lévő markáns mészkonkréciós horizont jelenléte arra utal, hogy az e feletti zónában egy paleotalaj (MF<sub>1</sub> ?) fejlődhetett ki, amely később itt valószínűleg lepusztulhatott a területről (lásd fentebb). A rétegsorban a 4,00-4,80 m közötti rész melegkedvelő faunája tehát a *Catinella arenaria* szubzónával (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) hozható kapcsolatba, 5,20-6,00 m közötti része valószínűleg már középső-pleisztocén. Az 1,60 m feletti zóna faunája feltehetően már a *Semilimax kotulai* szubzónába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) tartozhat, 0,20-0,40 m közötti szakasza feltételeesen a *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható, a *Punctum pygmaeum* faj 4,5%-os arányú megjelenése miatt, bár ez a faj általában 10% feletti arányban szokott jelen lenni az adott szintben.

### 6.3. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás b) szelvénye

#### 6.3.1. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás b) szelvényének makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A b) szelvény kialakítására azért volt szükség (2. ábra), mert a löszfalat közelebbről szemügyre véve abban új, s ráadásul vízi fajok voltak megfigyelhetők. A kőzetliszt itt is egyveretű, halványbarna színű (10YR 7/4), az alsó részén (2,2 m alatt) sárgásbarna (10YR 5/4), legalsó részén limonitfoltokkal, amelyek az egykori reduktív körülményekre utalhatnak. Paleotalaj nem figyelhető meg benne. A fal magassága mintegy 2,80 m.

#### 6.3.2. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás b) szelvényének szedimentológiai vizsgálati eredményei

A szelvény üledékeinél a löszfrakció aránya nagymértékben eltért az előzőektől (11. ábra, 3. táblázat). A mállottabb löszökből felépülő szakaszokon a durva és nagyon durva kőzetliszt frakció (0,0156-0,0625 mm) aránya 40-43% körül volt, míg a kevésbé mállottaknál 50-55%. Ugyanez tapasztalható a többi mérettartomány esetén is. Az agyagfrakció aránya 9-10% körüli a mállott, 6-7% körüli a kevésbé mállott löszöknél. A nagyon finom, illetve a finom és közepes kőzetliszt frakció együttes aránya az előbbiek esetén 39-41%, utóbbiaknál hozzávetőlegesen 25-26%. A homokfrakció (0,0625 mm felett) aránya 8-14% között mozog.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei többnyire 20-23 illetve 30-37  $\mu\text{m}$  közöttiek (a fentiekhez hasonlóan). A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei 1,6-2,1 körül mozognak, tehát az üledékek ebben a szelvényben is gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) értékei 0,23-0,35 közöttiek, tehát



szemcseösszetételi görbék pozitív, igen pozitív ferdeségűek, ami itt is nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcosság ( $K_G$ ) szélső értékei 0,97 és 1,38, de azok többnyire 1,0-1,2 közöttiek, tehát a görbék jórészt közel szimmetrikusak, elvértve kissé csúcsosak. Ez itt az előző szelvényekkel összevetve az ülepítő közeg kevésbé élénk energiaviszonyaira utal.

Összefoglalva tehát elmondható, hogy bár a közepes szemcseméret 20 mikron felett marad, a szöveti paraméterek a finom frakció minden eddigénél magasabb arányát mutatják bizonyos löszkötegeknél. Az üledékek gyengén osztályozottak és mezokurtikus, közel szimmetrikus csúcosságú görbék összefüggésben lehetnek a későbbiekben említésre kerülő ártéri üledékképződéssel. Tehát a szelvény löszeinek egy része ártéri infúziós lösz lehet.

### 6.3.3. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény a geokémiai információk alapján alapvetően 3 geokémiai zónára tagolható (12. ábra, 13. táblázat).

A szelvény bázisát képező, 2,40-2,80 m között (TtbGKZ-1.) települt löszrétegek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , valamint  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalma az átlagosnál magasabb. Az  $\text{MnO}$  mennyisége itt éri el szelvénybeli maximumát (0,105%). A  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  tartalom közepes. A  $\text{Zn}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Sr}$  koncentrációja átlagos. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány viszonylag magas (2,11), míg a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  és a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány közepes (1,09, 0,48 és 1,48). Mindezek alapján megállapítható, hogy a rétegsor bázisát alkotó üledékeket a mállás és kilúgozódás közepes mértékben érintette.

A 0,40-2,40 m közötti szelvénytörzsből származó geokémiai információk újabb változásokra utalnak. Az adott zónát (TtbGKZ-2.) alkotó üledékekben a  $\text{SiO}_2$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége maximumot mutat. Az 1,60-2,00 m közötti zónában kiugróak az értékek (70,28 és 14,57%). Rendkívül magas a  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom, ugyanakkor minimumot ér el a  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  mennyisége (1,24 és 2,23%). Amíg a nyomelemeknél a  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  koncentráció kiemelkedően magas, addig a  $\text{Sr}$  tartalom igen alacsony (127 ppm). A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány 0,54-2,85 között, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 0,39-0,86 között, míg a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány 0,28-0,45 között mozog, amelyek rendkívül alacsony, fosszilis talajszinteknél tapasztalható értékek. A geokémiai adatokban világosan megmutatkozik, hogy a kilúgozódás és mállás intenzitása kiemelkedően erősen érintette az adott zóna üledékeit. Tulajdonképpen itt talajszinteknek megfelelő értékeket tapasztalhatunk. A jelenség magyarázatában a malakológiai elemzések eredményei nyújtanak segítséget. A Mollusca-faunában ugyanis az adott zónában nagy tömegben jelennek meg vízi fajok, ami szerint a területet a közeli patak ősenek medréből időszakos vízborítás érthette, tehát itt részben ártéri



üledékképződés zajlott. A szelvény kérdéses szakaszát alkotó löszök vagy löszszerű üledékek (itt tulajdonképpen ártéri vagy infúziós löszről beszélhetünk) akkumulációja és diagenezise során tehát a kilúgozódásnak igen jelentős szerep jutott. Említésre méltó, hogy a kilúgozódás és a mállás a zónában is változó intenzitású volt. Az 1,60-2,40 m közötti szakaszon volt a legerősebb, majd az 1,20-1,60 m közötti szintben kevésbé volt intenzív, végül 0,40-1,20 m között egy másodlagos maximumot mutat.

A rétegsort záró, részben a recens talajszintet is feltáró 0,00-0,40 m közötti zóna (TtbGKZ-3.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$  tartalma közepes, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége az átlagosnál némileg magasabb. A szelvényben itt a legmagasabb a  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége, amely a gyökérzónában történő felhalmozódással magyarázható (KORITNIG 1965). Mindemellett a az alkáli földfémek közül a kalcium mennyisége viszonylag magas, míg a magnézium tartalom közepes. Az átlagosnál magasabb a Zn, Rb és Ba koncentráció. Ezzel párhuzamosan a Sr koncentráció viszonylag alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  és a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány magas (2,96 és 1,73), ellentétben a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és Sr/Ba aránnyal, amelyek közepesnek (1,07 és 0,42) tekinthetők. A fentiek alapján megállapítható, hogy a mállás és kilúgozódás erőssége ebben a szintben lecsökkent, közepes fokúvá vált.

Az elemek mennyiségének és az elemösszetétel változásainak alapján elmondható, hogy a szelvényt alkotó üledékeket a kilúgozódás és mállás közepesen vagy erősen érintette. Ez természetesen részben az időszakos vízborításnak is köszönhető. Érdekes azonban, hogy a szelvény egyetlen szakaszának adatai sem tükrözik alacsony fokú mállást és kilúgozódást.

#### 6.3.4. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A szelvényből fajsámát és egyedszámát (1831 db) tekintve gazdagnak mondható fauna került elő, melyben 16 szárazföldi és 11 vízi taxon található (13. ábra, 24. táblázat). A malakológiai anyag révén a szelvény két részre bontható (14. ábra).

Az 1,60-2,40 m közötti szakasz (TbMZ-1.) faunájának döntő hányadát (92 %) a vízi fajok adják, azon belül is az időszakos vízborítást igénylő, kisebb vízben élő, mocsári elemek aránya jelentős. Domináns szerepűek az *Anisus spirorbis* és a *Planorbis planorbis*, valamint a kopoltyús, tehát állandó vízborítást igénylő *Bithynia leachi* és a *Valvata pulchella*. Ez utóbbi csoporthoz tartoznak még a *Valvata piscinalis*, a *Planorbarius corneus* és a *Pisidium* sp.. A szárazföldi elemek nagy részét a vízparti higrofil, szubhigrofil fajok (*Oxyloma elegans*, *Succinea oblonga*) adják. Elenyésző mennyiségben a termofil, szárazságtűrő és a nagy



tűrőképességű fajok csoportja is jelen van. A fentiek alapján valószínűsíthető, hogy a terület ezen része a ma is a közelben (50 m) elhelyezkedő patak ősenek ártere lehetett, s így időszakosan jelentősebb vízborítás érhetett. Feltehető, hogy a faunát a víz lumasellaszerűen összemoshatta és aztán így fosszilizálódhattak az üledékben, együtt az állandó és az időszakos vízborítást igénylő fajok. A klíma viszonylag enyhe lehetett, amire több termofil faj jelenléte is utal (*Granaria frumentum*, *Chondrula tridens*). Feltételezhető, hogy genetikai szempontból az ártéri üledékfelhalmozódással összefonódva eolikus szállítás és akumuláció is lejátszódott a löszképződmény ezen szakaszának kialakulása során.

A recens talajszint alatti 0,00-1,60 m közötti szakasz (TbMZ-2.) malakológiai anyagát szárazföldi fajok alkotják, csupán egyetlen mintában térnek vissza újra, szinte elhanyagolható számban, a vízi elemek (*Anisus spirorbis*, *Valvata pulchella*, *Planorbarius corneus*). A faunára jellemző továbbá, hogy egyedszáma meglehetősen alacsony, benne a melegkedvelő, szárazságtűrő csoport fajszáma magasabb. Eltűnnek a vízparti, higrofil elemek, viszont megjelenik egy-két példányban a *Clausilia dubia* és a *Vitrea crystallina*. A fauna másik részét - bár kis számban - a nagy tűrőképességű fajok csoportja adja (*Vertigo pygmaea*, *Orcula dolium*, *Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*). A malakológiai anyag a korábbinál kissé melegebb és szárazabb klímát és részben nyílt, füves-bokros vegetációt tükröz.

A szelvényben 2,4 méter mélységből kiemelt vízi faunát sikerült  $^{14}\text{C}$ -kormeghatározás alá vetni, amiből kiderült, hogy a héjak konvencionális radiokarbon kora  $33270 \pm 1140$  BP év, tehát a szelvény ezen alsó része egy inter szakaszban jöhetett létre és a *Catinella arenaria* szubzónához (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) köthető.

#### 6.4. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás

##### 6.4.1. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény a község kultúrháza mögötti domboldalba található (é.sz.:  $45^{\circ}54,69'$ ; k.h.:  $18^{\circ}36,20'$ ) (2. ábra). A löszfal magassága 4,00 m, abban paleoszol réteg és tektonikai elmozdulás nem figyelhető meg (3. kép). Tengerszint feletti magassága 106 m. Az üledék megjelenésében egyveretű, színe halványbarna (10YR 7/4), elválása függőleges, melynek síkjai 5-10 cm-re helyezkednek el egymástól. Szabad szemmel is viszonylag mállottabbnak tűnik. Rétegdőlése nem mérhető, közel vízszintes.



#### 6.4.2. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei

A szelvényt alkotó üledékek durva és nagyon durva kőzetliszt frakciója együttesen 48-52% közötti, egy esetben (0,40-0,80 m) kiugró, 66%-ot meghaladó (15. ábra, 4. táblázat). Az agyagfrakció (<0,002 mm) 4,3-7,3% között, míg a homokfrakció 11-22% között változik. (A 0,40-0,80 m közötti szint agyagfrakciója csupán 4,3%.) A nagyon finom, illetve a finom és közepes kőzetliszt frakció aránya együtt átlagosan 24-26% között mozog, néhol azonban 15 és 32%-os szélső értékeket is elér.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei többnyire 21-25  $\mu\text{m}$  közöttiek, azonban néhány esetben 17 mikronra csökkennek. A fent említett 0,40-0,80 m közötti szintben ez a mutató 28 mikron. A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei többnyire 1,7-1,9 körül mozognak, tehát az üledékek ebben a szelvényben is minden mintát tekintve gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) értékei 0,23-0,31 közöttiek, tehát szemcseösszetételi görbéik pozitív ferdeségűek, ami itt is viszonylag nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal, bár kevésbé mint az előzőekben bemutatott feltárások üledékeinél. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei általában 1,1-1,5 körüliek, tehát a görbéik kissé csúcsosak-közel szimmetrikusak.

Mindezek alapján elmondható, hogy az adott üledékek részben gyengén osztályozott, típusos löszök, az eddig tárgyalt feltárások löszeinél némileg magasabb közepes szemcsemérettel és kevesebb finom frakcióval, részben pedig gyengén osztályozott, magasabb finom frakciót tartalmazó löszváltozatok. Az adatok alapján a mállás intenzitása a rétegsorban a 2,40-3,20 illetve a 0,80-1,20 m közötti szintekben lehetett magasabb.

#### 6.4.3. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény az adatok alapján 2 geokémiai zónára osztható (16. ábra, 14. táblázat).

A 0,80-3,60 m közötti üledékekben (KGKZ-1.) a legnagyobb mennyiségben a  $\text{SiO}_2$  van jelen a főkomponensek közül, de az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  is hasonlóan magas arányban fordul elő. Emellett jelentős feldúsulást mutatnak az  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , valamint a Rb és Ba nyomelemek. A kilúgozódás hatására a  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  és a Sr mennyisége viszonylag alacsony. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 0,69-0,97 között mozog, a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány szintén meglehetősen alacsony értékeket (1,52-2,53) mutat. A Sr/Ba arány az átlagosnál kissé alacsonyabb (0,41-0,48). Az elemösszetételbeli változások alapján megállapítható, hogy a mállás és kilúgozódás közepes vagy ezt meghaladó mértékben alakította ezeket a rétegeket.

A 0,00-0,80 m közötti szintben (KGKZ-2.) egy viszonylag jelentős, az elemösszetételben is jól megmutatkozó változás figyelhető meg. Itt a  $\text{SiO}_2$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége alacsonyabb az



előző szakaszhoz tartozó üledékekből kimutatott értékeknél. Az  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  aránya is alacsonyabb lett, hasonlóképpen a nyomelemekéhez, amelyek között főként a  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$  és  $\text{Ba}$  mennyisége csökkent jelentősebben. Emellett a  $\text{CaO}$  és a  $\text{Sr}$  mennyisége nagymértékben, az  $\text{MgO}$  mennyisége kismértékben növekedett. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 1,77-1,93 közötti, míg a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány szignifikánsan megnövekedett. Ez utóbbi a  $\text{CaO}$  mennyiségének több mint duplájára növekedésének köszönhető. A  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány magas (0,66-0,68). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány az üledéksorban jelentős eltérését nem mutat. Mindezek alapján elmondható, hogy a mállás és kilúgozódás ebben a szintben kevésbé volt intenzív, mint az előző szakaszban.

Az elemek mennyiségének változásai alapján megállapítható, hogy a legmélyebben fekvő löszkötegek (3,20-3,60 m) akkumulációja idején a mállás intenzitása közepes fokú lehetett. Ezt követően egyre erőteljesebbé vált és a rétegsorban 2,40-3,20 m között települt üledékek keletkezése idején volt a legnagyobb fokú. Paleotalaj rétegek azonban még ekkor sem jöttek létre. Intenzitása továbbra is jelentős maradt és a 0,80-1,20 m közötti szintben lévő üledékek keletkezésekor egy másodlagos csúcsot mutatott, végül a 0,00-0,80 m között települt löszök felhalmozódása alatt visszaesett, enyhe fokúvá vált. Az adatok igen jó egyezésben vannak a szedimentológiai eredményekkel. Tehát a rétegsort felépítő üledékek alsó része (0,80-3,60 m) erősebben mállottak, míg az e felett települt üledékek (0,00-0,80 m) gyengébben mállottak.

#### 6.4.4. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A malakofauna fajszerkezetét és egyedszámát (789 db) tekintve közepesen gazdag, benne 18 szárazföldi taxon fordul elő (25. táblázat). A szelvény a fauna alapján két részre osztható (17. ábra).

A 2,40-3,60 m közötti rétegek (KMZ-1.) faunájának kissé több mint felét a termofil, szárazságtűrő fajok teszik ki, azon belül a *Granaria frumentum* és a *Chondrula tridens* száma jelentős. Egyharmadnyi részét a nagy ökológiai tűrőképességű elemek adják, abban főként az általában enyhébb periódusokra jellemző *Vallonia costata* faj domináns. A faunában érdekes módon megjelenik a boreo-alpin *Discus ruders*, száma azonban elenyésző. A lösz képződése viszonylag száraz, meleg ( $T_{\text{July}}^\circ$ : 18,5-19  $^\circ\text{C}$ ) éghajlaton, bokros-erdős életterekkel megszakított jobbára nyílt növényzet mellett valósulhatott meg ebben a periódusban.

A 0,20-2,40 m közötti szakasz (KMZ-2.) faunájában a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek összaránya visszaesik 35,4%-ra, az euryök fajok számaránya 42%-ot némileg meghaladó



értéket vesz fel. A melegkedvelők között a *Pupilla triplicata* és a *Granaria frumentum*, míg a nagy ökológiai tűrőképességűeken belül továbbra is a *Vallonia costata*, a nyílt sztyeppnövényzetet kedvelő *Pupilla muscorum* és a montán *Orcula dolium* domináns. (A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvényének felső részén szintén jelentős számaránynövekedést mutató termofil *Pupilla triplicata* faj száma itt is megemelkedik a melegkedvelő csoporton belül.) Megjelenik a ligeterdei *Vitrea crystallina*, a *Nesovitrea hammonis*, a hidegtűrő, higrofil *Succinea oblonga* és a nagyobb növényzeti borítottságot igénylő *Clausilia dubia* és *Punctum pygmaeum* is. Ennek alapján megállapítható, hogy a szakasz kezdetén továbbra is meleg ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $\sim 18^{\circ}\text{C}$ ), de humidusabb klíma alakult ki, ahol az előzőleg jobbra nyílt vegetáció jóval zártabbá vált. A zóna 0,20-0,80 m közötti részén a fauna még mindig rendkívül enyhe ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $17,2-17,5^{\circ}\text{C}$ ) (18. ábra), közepesen nedves klímát és átmeneti vegetációs állapotot igazol, ahol a korábbi periódushoz hasonlóan nyílt, füves és zártabb, bokros-erdős életterek mozaikszerűen váltakozhattak.

A vizsgált löszök rétegtani értékelése nem könnyű, a pillanatnyi feltevés szerint azok a riss glaciális során képződött középső-pleisztocén üledékek lehetnek.

## 6.5. A töttösi feltárás

### 6.5.1. A töttösi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény a falu Bóly felőli vége után a temető alatti völgyben került kialakításra (é.sz.:  $45^{\circ}55,45'$ ; k.h.:  $18^{\circ}32,67'$ ), tszf-i magassága 116 m (19. ábra). A löszfal magassága 3,6 m, benne paleotalaj ill. tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem volt felfedezhető (4. kép). Az üledék megjelenésében egyveretű, színe halvány sárgásbarna (10YR 6/4). Elválása oszlopos, melynek síkjai 6-8 cm-re helyezkednek el egymástól. Rétegdőlése nem mérhető.

### 6.5.2. A töttösi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei

A rétegsorból 2 minta eredményei álltak rendelkezésre (20. ábra, 5. táblázat). A durva és nagyon durva szilt aránya 45 illetve 47%, az agyagfrakció 7,5-7,6%, míg a 0,002-0,0156 mm közötti nagyon finom, finom és közepes közetliszt frakció együttesen 38%-os arányú. A 0,0625 mm feletti homokfrakció 6-8%-ot tesz ki.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei alacsonyak (12,8 illetve  $13,8\ \mu\text{m}$ ). A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei (1,65 és 1,75) alapján az üledékek ebben a szelvényben is gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,32 és 0,31, tehát a szemcseösszetételi görbék erősen pozitív ferdeségűek, ami a



nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétét mutatja. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei (0,87 és 0,86) alapján a görbék kissé laposak (platykurtikusak), de közel a szimmetrikushoz.

A két minta alapján a vizsgált lösz gyengén osztályozott, nagyobb mennyiségű finom frakciót tartalmaz. A felhalmozódás során a közepes szemcseméret és a csúcsosság értékei alapján a lerakó közeg kevésbé élénk kinetikus energiaviszonyai tételezhetők fel. Az üledékek erősebben mállott löszök lehetnek.

### 6.5.3. A töltési feltárás geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény alapvetően 3 geokémiai zónára tagolható az adatok alapján (21. ábra, 15. táblázat).

A rétegsor bázisát alkotó, 1,60-3,60 m közötti szintben (TGKZ-1.) települt löszkötegekben a  $\text{SiO}_2$  és az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége rendkívül magas, 64,49-69,89% és 14,00-15,93% között mozog. Az  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$  mennyisége maximumot ér el. A foszfor tartalom is igen magas, bár nem itt a legmagasabb a szelvényben. Az alkáli földfémek közül a kalcium és a magnézium igen erőteljesen kioldódott, mennyiségük rendkívül alacsony (1,87-6,89 és 2,25-3,57%). Ezzel együtt a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány is 0,75-1,93 között mozog, ami igen alacsony értéknek tekinthető. A nyomelemeknél a Cu, Zn, Rb, Zr, Ba koncentráció maximumot, míg a Sr tartalom minimumot mutat. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány – hasonlóan a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arányhoz – extrém alacsony értékeket (0,39-0,76) ér el. A Sr/Ba arány igen alacsony (0,27-0,36). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány változásai az adott zónán belül nem minden esetben követik egyértelműen az egyéb értékek által pregnánsan jelzett mállási trendet. A fentiekben vázolt geokémiai viszonyok alapján megállapítható, hogy a kilúgozódás és a mállás intenzíven hatott a zónát alkotó üledékekre. A geokémiai értékek bizonyos mintáknál a fosszilis talajszintekre jellemző értékeket érnek el, azonban a pedogenezis itt tényleges őstalaj szintet nem hozott létre.

A következő, 1,20-1,60 m közötti szint (TGKZ-2.) üledékeiből származó információk szerint változás állt be a mállás intenzitásában. A  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom átlagos, vagy azt némileg meghaladó. Az  $\text{MnO}$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége viszonylag magas, míg a CaO és az MgO tartalom közepes. A nyomelemek között a Zn, Rb, Zr és Ba koncentráció csökkent az előző szint értékeihez képest, azonban még így is az átlagosnál kissé magasabb. A Sr koncentrációja 174 ppm-re növekedett. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (2,43), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és Sr/Ba arány az átlagoshoz közelít (0,96 és 0,40). Mindezek alapján tehát elmondható, hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása csökkent, azonban továbbra is



közepes erősségű maradt. Az adott szakasz egyfajta átmenetet képez a következő geokémiai zóna felé.

A fedő, recens talajszintet is magában foglaló, 0,00-1,20 m között települt üledékek (TGKZ-3.)  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalma nagymértékben lecsökkent az előző szintek értékeihez képest. A  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége hasonlóképpen viszonylag alacsony. Kiemelendő, hogy a foszfor mennyisége meglehetősen magas, a 0,40 méternél lévő mintánál éri el szelvénybeli maximumát (0,36%). Ennek a jelenségnek feltehetően ugyanaz lehet a magyarázata, mint ami fentebb említésre került. A kalcium és magnézium mennyisége maximumot mutat (23,46 és 4,65%). A kimagasló  $\text{CaO}$ -érték magyarázata lehet, hogy a recens talajszintből a kalcium kioldódott és az alatta lévő rétegekben dúsulva egy karbonát-felhalmozódási szintet hozott létre. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány az előzőekből következően meglehetősen magas (3,65-5,61). A nyomelemek között a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  koncentrációja a szelvényben itt a legalacsonyabb, míg a  $\text{Sr}$  tartalom itt éri el maximumát. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 1,72-2,48 között, míg a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány 0,58-0,61 között mozog, amelyek igen magas értékeknek számítanak. Az elemösszetétel alapján jól látható, hogy a mállás erőssége az adott zónában drasztikusan lecsökkent, az azt felépítő üledékek gyengén mállottak.

A kémiai elemek mennyiségi változásai alapján tehát a következő mállási trend állapítható meg. A mállás és kilúgozódás intenzitása az 1,60-3,60 m közötti zónában, s azon belül is a 2,40-3,20 m között volt a legmagasabb. Ezt követően kis mértékben csökkent és közepes intenzitásúvá vált. Ezt jelzi az 1,20-1,60 m közötti átmeneti szint. Végül pedig, a 0,00-1,20 m közötti szakaszt alkotó üledékek képződése során alacsony fokúvá volt.

A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány változásai a teljes szelvényt tekintve nem minden esetben követték egyértelműen az elemösszetétel, a  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , valamint a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arányok által jelzett mállási trendet.

#### 6.5.4. A töltősi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A feltárásból 2035 db, 26 szárazföldi fajba sorolt egyed került elő (26. táblázat). A fauna alapján a szelvény öt egységre bontható (22. ábra).

A 2,40-3,60 m közötti szakasz (TMZ-1.) faunájának faj és egyedszáma alacsony, benne kiemelkedő arányban (78%) jelenik meg a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok csoportja, domináns elem a *Granaria frumentum*, valamint a *Chondrula tridens* és a *Helicopsis striata*. A nagy ökológiai tűrőképességű fajok aránya (16%) ennél jóval alacsonyabb. Feltehetően a kedvezőtlen ökológiai viszonyok hatására az egyed- és fajsza a szakasz végén jelentősen lecsökken. Érdekes, hogy ebből a zónából került elő az egyetlen *Discus perspectivus*, ami



tipikusan erdei elem és eddig jórészt interglaciális talajszintekből (KROLOPP 1973, SÜMEGI és KROLOPP 2005), valamint enyhe klímán keletkezett löszkötegekből (HUM 2001) került elő. Ezen kívül néhány *Succinea oblonga* is előfordul. Ezek alapján feltételezhető, hogy a hőmérséklet meglehetősen magas ( $T_{July}^{\circ}$ : 19-20 °C) lehetett (23. ábra). A területet jobbra olyan viszonylag nyílt vegetáció boríthatta, melyet mozaikszerűen fás-facsoportos életterek törhettek meg.

Az 1,20-2,40 m közötti szint (TMZ-2.) faunáját a nagy ökológiai tűrőképességű fajok csoportjának döntő aránya (60-65%) jellemzi. Kiemelkedő jelentőségű az enyhébb periódusokban jellemző *Vallonia costata* és a *Pupilla muscorum* szerepe. A termofil, xerotherm fajok aránya drasztikusan lecsökken (~20%), domináns elem a *Pupilla triplicata*, *Chondrula tridens*, *Granaria frumentum*. Előfordul a (valószínűleg recens) *Cecilioides acicula* és a száraz klímát kedvelő, löszökben ritka *Aegopinella minor* is. A fauna további 5%-át a hidegtűrő, higrofil elemek adják. A *Succinea oblonga* faj egyedszáma a szakasz végén megemelkedik. 2-3% körüli arányban a hidegtűrő, szubhigrofil, jobbra nyílt területre jellemző fajok (*Vitrea crystallina*, *Nesovitrea hammonis*) fordulnak elő és megjelenik a bokros területen élő *Clausilia dubia*. A fauna alapján feltehető, hogy az őshőmérséklet enyhe-nagyon enyhe ( $T_{July}^{\circ}$ : ~ 16,5-17,9 °C) lehetett, a területet a szakasz kezdetén még jobbra bokros-erdős életterekkel megszakított nyílt vegetáció boríthatta, ami a szakasz végére egyre zártabbá vált.

Az ezt követő, 0,80-1,20 m (TMZ-3.) közötti szint Mollusca-faunájában majd 60%-os aránnyal fordulnak elő a nagy ökológiai tűrőképességű fajok, további mintegy 17%-át a termofil elemek adják. Ez utóbbi csoporton belül domináns elem a *Pupilla triplicata*, de megjelenik az interglaciális és interstadiális időszakokban gyakori (KROLOPP 1966) *Truncatellina cylindrica* faj is. A higrofil, hidegtűrő fajok a fauna 20%-át adják, a *Succinea oblonga* faj egyedszáma igen magas. Előfordul néhány hidegkedvelő-hidegtűrő *Columella columella* és *Columella edentula* is. Emellett néhány példánnyal szubhigrofil fajok és egy-egy Clausilida is megjelennek. Ezek alapján a klíma viszonylag enyhe ( $T_{July}^{\circ}$ : ~ 16,6 °C) és csapadékos lehetett, a területet jobbra nyílt vegetáció boríthatta.

A 0,40-0,80 m közötti zóna (TMZ-4.) faunájában továbbra is a mezofil fajok dominálnak. Közöttük megjelenik a montán *Orcula dolium* is. A xerotherm fajok aránya alig emelkedett, de közöttük továbbra is jelentős aránnyal szerepel a *Pupilla triplicata* faj. A higrofil, hidegtűrők száma csökken, a fauna mintegy 9%-át adják. Emellett kis mértékben megnövekedett a szubhigrofil és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek aránya. A fauna alapján tehát ebben a periódusban a klíma az előző szakaszhoz viszonyítva még enyhébb ( $T_{July}^{\circ}$ : ~ 17 °C) lehetett, ahol a területet borító vegetáció kissé zártabbá vált.



A 0,20-0,40 m (TMZ-5.) közötti szint faunája az előző szakaszéhoz viszonyítva csupán annyiban változott, hogy abban a pleisztocén hideghullámaikat jelző *Pupilla sterri* is megjelent, valamint kissé nagyobb számban a fokozottabb növényzeti borítottságot kedvelő elemek fordultak elő. Ez alapján a vegetáció a nyílt és zárt közötti átmeneti állapotú lehetett.

A szelvényből származó faunák besorolása viszonylag nehéz. A szint alját képező üledékben (2,80-3,20 m) megtalált, főként interglaciális talajokhoz köthető (SÜMEGI és KROLOPP 2005) *Discus perspectivus* fajt a BA talajszint alatti löszből és például az ennél fiatalabb, felső-würm löszökből, a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulából (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) is leírták a Délkelet-Dunántúlon (HUM 2001). Érdekes, hogy mellette csupán a domináló melegkedvelő fajok és a mezofil elemek jelennek meg és nem fordul elő a *Punctum pygmaeum-Vestia turgida* zonulában általában 10% feletti aránnyal megjelenő *Punctum pygmaeum* faj sem, ami az előbbi feltételezést erősíti. A faunában később (0,00-1,20 m) néhány példánnyal kifejezetten hidegkedvelő fajok (*Columella columella* és *Pupilla sterri*) is megjelennek, mellettük visszaszorulnak a melegkedvelők, előretörnek a mezofil, higrofil, hidegtűrő, a szubhigrofil és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek. Hasonló faunát írtak le a BA talajszint feletti löszökből egy hidegmaximumhoz köthetően például a szekszárdi szelvényből (HUM 2001), bár a töltősi feltárásnál a középső-pleisztocén kort jelző *Neostyriaca corynodes* faj nem mutatkozott a faunában. A másik fentebbi már említett feltevés szerint ennek a szintnek a faunája fiatalabb és a *Pupilla sterri*, valamint a *Columella edentula* zonulákhoz (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) köthető. Sajnos markáns talajosodott zóna vagy egyéb vezérszint (pl. tufit vagy tefra szint, GÁBRIS et al. 1991, HORVÁTH 2001) sem segíti a besorolást, a kérdés tehát nehezen dönthető el és további vizsgálatokat igényelne.

## 6.6. A nagynyárádi feltárás

### 6.6.1. A nagynyárádi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény a falun kívül eső személtlerakóhely szélében található (é.sz.: 45°57,12'; k.h.: 18°35,10'), tszf-i magassága 105 m (24. ábra). A löszfal rétegvastagsága 5,20 m, benne tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem figyelhető meg. Az üledék színe változatos, a felszíntől számítva 1,00 m-ig halványbarna (10YR 6/4) elszíneződésű, majd 1,50 m-ig halványbarna (10YR 7/4), 2,00 m-ig világos sárgásbarna (10YR 6/4) árnyalatú, ezt követően 3,80 m-ig halvány sárga (2,5Y 7/4) és végül 5,20 m-ig ismét halvány barna (10YR 7/4). A 1,50-2,00 m közötti szint egy talajosodott réteg, egy embrionális talajszint lehet (N<sub>1</sub>) (5. kép).



Elválása függőleges, oszlopos, 5-10 cm távolságban elhelyezkedő hasadási lapok mentén. Rétegdőlése nem mérhető. A felszíntől számítva 2,40-2,80 m közötti és 4,80 m mélységben mészkonkréciós horizontok helyezkednek el. A konkréciók 2-4 cm átmérőjűek, szineretikus repedésekkel tagoltak. A rétegsor alját alkotó üledékrétegek limonit- és rozsdafoltosak.

#### 6.6.2. A nagynyárádi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei

A szelvényből 4 minta adatai álltak rendelkezésre (25. ábra, 6. táblázat). A löszfrakció (0,0156-0,0625 mm) aránya 45-47% közötti, az agyagfrakció 6-8% körüli, a nagyon finom illetve finom és közepes kőzetliszt frakció 38-40%, míg a 0,0625 mm feletti homokfrakció aránya 4 és 9-10% körüli a vizsgált üledékekben.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei 12,5-15  $\mu\text{m}$  közöttiek. A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei (1,65-1,69) alapján az üledékek gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,28-0,32 közötti, tehát a szemcseösszetételi görbék pozitív, erősen pozitív ferdeségűek, ami itt is a nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétét mutatja. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei (0,85-0,88) alapján a görbék platykurtikusak, de már a mezokurtikus határán.

A fentiek alapján a vizsgált üledék gyengén osztályozott, viszonylag magasabb mennyiségű finom frakciót tartalmazó lösz, ahol szöveti paraméterek alapján a rendszer alacsonyabb kinetikus energiája és annak relatíve kisebb állandósága állapítható meg. Az üledékek jórészt közepesen, néhol erősen mállottak.

#### 6.6.3. A nagynyárádi feltárás geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény a geokémiai információk révén 5 geokémiai zónára osztható (26. ábra, 16. táblázat).

A rétegsor bázisán, 2,80-5,20 m között települt rétegek (NGKZ-1.)  $\text{SiO}_2$  tartalma 58-60% körüli, egyetlen mintában 65,01%. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{FeO}$  valamint a  $\text{TiO}_2$  mennyisége az átlagnál némileg magasabb, míg a  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom közepes. A  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  mennyisége viszonylag magas. A  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$  és  $\text{Ba}$  koncentráció átlagos, míg a  $\text{Sr}$  tartalom maximumot mutat. Érdekes, hogy a 4,40-4,80 m közötti szintből vett minta nem csupán  $\text{SiO}_2$  tartalmában, hanem a nyomelemeknél is kiugró értékeket tartalmaz. Míg a  $\text{Rb}$ ,  $\text{Cu}$  és  $\text{Zn}$  koncentráció itt éri el szelvénybeli minimumát, addig a  $\text{Zr}$  koncentrációja extrém magas (502 ppm). A  $\text{CaO/MgO}$  arány 2,74-3,36 közötti, ami viszonylag magas, míg a  $\text{CaO+K}_2\text{O+Na}_2\text{O/Al}_2\text{O}_3$  arány 1,20-1,49 között mozog, ez átlagos érték. A  $\text{Sr/Ba}$  arány 0,48-0,68 közötti, ezek átlagos és alacsony értékek. A  $\text{K}_2\text{O/Na}_2\text{O}$  arány magas. Az adathalmaz



elemzéséből tehát kitűnik, hogy az adott zóna löszkötegeit a mállás és kilúgozódás közepes, néhol alacsony mértékben érintette.

A 2,00-2,80 m közötti szint (NGKZ-2.) üledékeinek elemösszetételében ismét változás mutatkozik. A főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége viszonylag alacsony, míg a  $\text{MnO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom átlagos. A  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége az átlagosnál magasabb, ezzel szemben a  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom alacsony. Ennek köszönhető, hogy a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány a szintben maximumot ér el (2,06). Amíg a kalcium tartalom meglehetősen magas, addig a magnézium mennyisége közepes. Feltehető, hogy a zóna üledékeinek magas  $\text{CaO}$  tartalma a felette települt, erősen mállott löszkötegekből oldódott ki, lefelé vándorolt majd a kérdéses szintben feldúsult. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány ennek megfelelően a rétegsorban itt a legmagasabb (4,30-6,88). A nyomelemeknél a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  koncentráció alacsony, míg a  $\text{Sr}$  tartalom közepesnél kissé magasabb. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány meglehetősen magas (1,64-2,00). A  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány átlag feletti (0,54). Mindezek alapján elmondható, hogy a mállás intenzitása a tárgyalt szintben érte el a minimumát a teljes szelvényt tekintve, így a zónát felépítő üledékek gyengén mállottak.

Az 1,60-2,00 m közötti szint (NGKZ-3.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{TiO}_2$  tartalma magas, a foszfor mennyisége közepes. A  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  tartalom alacsony (6,97 és 3,10%). A nyomelemek között a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  és  $\text{Ce}$  koncentrációja magas, a  $\text{Sr}$  tartalom alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (2,24), míg a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány viszonylag alacsony (0,74 és 0,37). A geokémiai adatok tanúsága szerint a mállás és kilúgozódás erőssége ebben a szintben jelentősen megnövekedett. A zónát alkotó kőzet erősen mállott, ahol a talajosodás is megindult ( $\text{N}_1$  embrionális talajszint).

A 0,80-1,60 m közötti zóna (NGKZ-4.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$  tartalma átlagos, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$  és  $\text{TiO}_2$  mennyisége magas. A  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  tartalom közepes. A  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége némileg növekedett az előző szinthez képest. A  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ , és  $\text{Ba}$  koncentráció viszonylag magas. Az alkáli fölfémek közé tartozó, nyomelemként előforduló  $\text{Sr}$  mennyisége is magasabb lett ebben a szintben. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány közepesnél kissé alacsonyabb. A  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány átlagos (0,42-0,46). A kilúgozódás és a mállás intenzitása tehát átmenetileg kissé csökkent, a szakasz üledékei átlagosan mállottak.

A fedő, 0,00-0,80 m közötti akkumulálódott üledékek (NGKZ-5.) geokémiai értékei ismét eltérnek az előző zónában megfigyeltektől. A főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{TiO}_2$  mennyisége itt éri el maximumát. A foszfor tartalom is magas, de az eddigi feltárásoknál tapasztaltaktól eltérően nem itt mutat maximumot. A  $\text{CaO}$  mennyisége minimális (2,71-3,63%), hasonlóképpen a  $\text{MgO}$  tartalom is alacsony. Ez utóbbi



mennyisége azonban nem csökkent olyan drasztikusan, mint a kalciumé. Ez annak köszönhető, hogy a Mg számos szilikátásványban is viszonylag nagyobb arányban fordul elő, valamint erősebben kötődik az agyagásványok felületén (NESBITT et al. 1980). A nyomelemeknél többek között a Zn, Ba, Rb koncentráció itt a legmagasabb, míg a Sr tartalom a legalacsonyabb a szelvényben. A  $\text{CaO/MgO}$ , a  $\text{CaO+K}_2\text{O+Na}_2\text{O/Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány is rendkívül alacsony, szinte csak paleotalajoknál tapasztalható értékek. Mindezek alapján megállapítható, hogy a rétegsort felépítő üledékek közül a jelen zónát alkotók szenvedték a legintenzívebb mállást és kilúgozódást, így azok erősen mállottak.

A fenti elemzésből kitűnik, hogy a mállás közepesen intenzív volt a 2,80-5,20 m közötti zónát alkotó üledékeknel, majd erőssége csökkent (2,00-2,80 m), ezt követően igen intenzívvé vált (1,60-2,00 m). A 0,80-1,60 m közötti zónában ismét közepes erősségű volt, majd a rétegsort záró (0,00-0,80 m) üledékek képződése idején érte el intenzitása maximumát.

#### 6.6.4. A nagynyárádi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A feltárásból 1037 db, 11 szárazföldi és 2 vízi fajba sorolható példány került elő (27. táblázat). Ez alapján a szelvényben öt paleoökológiai szint különíthető el (27. ábra).

Az 4,00-5,20 m közötti zóna (NMZ-1.) malakofaunáját 65%-os aránnyal egyetlen faj, a hidegtűrő, higrofil *Succinea oblonga* uralja. (Ez feltehetően egy egykori vízparti, ártéri környezet kedvező mikroklímájának köszönhető!) A fauna további negyedét a nagy ökológiai tűrőképességű elemek adják, a *Pupilla muscorum* faj dominanciájával. A melegigényes fajok csoportja jelentéktelen szerepű. A faunában két vízi faj (*Anisus spirorbis*, *Bithynia leachi*) is megjelenik. Mindezek alapján viszonylag enyhe ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ : ~16-16,5 °C) (28. ábra), viszonylag nedves klíma (mészkonkréciós-horizont) és nyílt vegetáció melletti jobbára száraztérshíni, időnként ártéri üledékképződés valószínűsíthető.

A 2,80-4,00 m közötti szakasz (NMZ-2.) faunájának több mint felét (55%) a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok adják, domináns elem a *Pupilla triplicata*. Figyelemre méltó, hogy a *Granaria frumentum* faj a szelvényben csupán ennek a szakasznak a végén jelenik meg. Az előző szinthez képest jelentős növekedést produkálva a fauna másik részét (44%) az euryök fajok teszik ki. Feltételezhető tehát, hogy a klíma lassan szárazabbá és melegebbé ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ : ~18 °C) vált, a területet nyílt, füves vegetáció boríthatta.

Az 1,60-2,80 m közötti szint (NMZ-3.) anyagában a nagy ökológiai tűrőképességű fajok csoportjának aránya tovább emelkedve eléri a 70%-ot. A termofil elemek a fauna 1/5-ét adják, domináns szerepű a *Pupilla triplicata* faj. Említésre méltó a hidegtűrő, higrofil fajok 8,5%-os számaránya, a szakasz végén a xeromontán *Vallonia tenuilabris* faj megjelenése és a



feltárásban a legerőteljesebb mészkonkréciós szint (2,40-2,80 m között) jelenléte. A klíma tehát nedvesebbé válhatott, a vegetáció továbbra is jobbra nyílt maradt. A júliusi középhőmérséklet ( $T_{July}^{\circ}$ ) 16,6-17,3 °C között mozgott.

A 0,40-1,60 m közötti szakasz (NMZ-4.) anyagát tekintve jelentős csökkenése ellenére továbbra is a legnagyobb arányban (48%) az euryök fajok csoportja van jelen. A malakofauna másik felét (46%) a melegigényes elemek adják. Mindez száraz, az előző ciklushoz képest melegebb ( $T_{July}^{\circ}$ : 18-18,5 °C) klímájú, nyílt vegetációjú üledékképződési környezetre utal.

A rétegsort záró 0,20-0,40 m közötti üledékből (NMZ-5.) kevert fauna került elő. A melegkedvelő, szárazságtűrő fajok csoportja 40%-os részarányával emelkedik ki. A mezofil fajok számaránya csökken (34%), de még mindig jelentős. Megjelennek a hidegtűrő, nedvesséigényes fajok (20%) és ismételten a nyílt területen élő, hidegkedvelő, szárazságtűrő, lehülési periódusokra jellemző *Vallonia tenuilabris* is. Az üledékképződés valószínűleg füves löszsziepp-vegetáció mellett zajlott. A klíma némileg nedvesebb lett, a hőmérséklet csökkent ( $T_{July}^{\circ}$ : ~17 °C), ami feltehetően egy erőteljesebb lehülés küszöbét jelzi.

Az 4,00-5,20 m közötti szint faunájáról közelebbi nem mondható.

A 2,80-4,00 m közötti szint faunája az alacsony egyedszám miatt nehezen besorolható. Utolsó mintájában a termofil fajok nagyobb arányban jelennek meg, a *Granaria frumentum* faj a Balkánon lévő reliktum területeiről ismét, immáron feltehetően másodszor tér vissza (SÜMEGI és KROLOPP 1995). A zóna valószínűleg a *Catinella arenaria* szubzónába tartozhat (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995).

A 0,20-2,80 m közötti szakasz faunája a *Semilimax kotulai* szubzónába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható. Ezen belül az 1,60-2,80 m közötti szakasz a *Vallonia costata* zonulába tartozhat a *Vallonia costata* dominanciája, a *Granaria frumentum* dominanciacsúcsa (16,5%) és az adott szintben jelentkező (1,50-2,00 m) kilúgozott, mállott, talajosodott, feltehetően embrionális talajszint miatt. Ez a szint valószínűleg a Dunaújváros-Tápiósülyi löszösszlet alsó humuszos horizontjával ( $h_2$ ) párhuzamosítható, melynek kora 20-22 ezer BP évekre tehető (SÜMEGI és KROLOPP 1995, SÜMEGI 1996, NOVOTHNY et al 2002). A 0,20-0,40 m közötti szakasz feltételeesen a *Columella columella* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható.



## 6.7. A Monyoródi Téglagyár feltárása

### 6.7.1. A Monyoródi Téglagyár feltárásának elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény a Versend és Szederkény községek között kb. félúton lévő Monyoródi Téglagyár (29. ábra, 6. kép) falában került kialakításra (é.sz.: 45°59,41'; k.h.: 18°28,83'), mely 8,4 m vastagságban tárja fel a negyedidőszaki képződményeket. Tengerszint feletti magassága 150 méter. A szelvény két részre bontható. A felső 5,2 m-es szakaszt a jelenleg is bányászott falban, míg az alsó 3,2 m-es szakaszt egy mára már felhagyott falban alakítottam ki. A feltárásban tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem fedezhető fel, a képződmények települése közel vízszintes.

A szelvény bázisán 7,80-8,40 m között egészen halvány barna (10YR 7/4) színű löszköteg települ, melyben egy erőteljes mészkonkréciós horizont fedezhető fel, a legkülönbözőbb méretű (12x5, 2x2 cm), szineretikus repedésekkel tagolt, szilánkos törésű mészkonkréciókból. 7,10-7,80 m között egy barna színű (7,5YR 5/4), morzsalékos szerkezetű, jól fejlett paleotalaj réteg (Mo<sub>1</sub>), majd 6,50-7,10 m között ismét egy halványbarna színű (10YR 7/4) löszhorizont következik. Határuk elmosódó. Erre fokozatos átmenettel 5,90-6,50 m között egy világos sárgásbarna színű (10YR 6/4), az alatta lévónél kevésbé fejlett paleoszol (Mo<sub>2</sub>) települ. Felette 5,90 m-től 1,50 m-ig egy halványsárga (10YR 7/4), homogén felépítésű löszköteg húzódik. Mátrixában elszórtan pszeudomicéliumok, gyökerek mentén kialakult karbonát-csövecskék, illetve 1,6 m körül (a felső mállott, elváltozott réteg alatt) ismét egy kisebb (0,5-1 cm) átmérőjű mészkonkréciókból álló szint figyelhető meg. 0,80-1,50 m között húzódik a szelvényben egy világos sárgásbarna színű (10YR 6/4), mállott, elváltozott humuszos horizont (Mo<sub>3</sub>). A rétegsort 0,20-0,80 m között egy halványbarna (10YR 7/4) löszréteg zárja, melyben égetés nyomai fedezhetők fel.

### 6.7.2. A Monyoródi Téglagyár feltárásának szedimentológiai vizsgálati eredményei

Sajnos nem állnak rendelkezésre szedimentológiai adatok, ugyanis a másodszori mintavételezésre nem volt mód a területen.

### 6.7.3. A Monyoródi Téglagyár feltárásának geokémiai vizsgálati eredményei

Sajnos az adott szelvényt felépítő üledékekből nem állnak rendelkezésre geokémiai adatok, ugyanis a másodszori mintavételezést a gyár vezetői megtiltották a területen.



#### 6.7.4. A Monyoródi Téglagyár feltárásának malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A feltárásból 25 szárazföldi Mollusca-faj 2591 egyedét határoztam meg (28. táblázat). A szelvény két szakaszán az alacsony egyedszám a statisztikus paleoökológiai feldolgozást nem tette lehetővé, ennek ellenére azonban néhány következtetés, megállapítás így is tehető az adott szakaszokra vonatkozóan. A Mollusca-fauna alapján 6 paleoökológiai szakasz jelölhető ki (30. ábra).

A 6,00-8,40 m közötti szakasz (MoMZ-1.) egyed- és fajszáma viszonylag alacsony. Mindez az egykori talajvíztükör szintjében lezajlott karbonát-kioldódás (HUM 2001) következménye lehet. Ezen szakasz alatt képződött a feltárásban fellelt két paleotalaj réteg (Mo<sub>1</sub>, Mo<sub>2</sub>) is, valamint az alsó paleoszol alatti löszkötegben egy erőteljes mészkonkréciós horizont található. A fauna kvantitatív módon nem értékelhető, elmondható azonban, hogy annak mintegy 60 % feletti részét a melegkedvelő, szárazságtűrő csoport fajai (*Granaria frumentum*, *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*) alkotják. A fauna további 1/3-át a nagy ökológiai tűrőképességű fajok (*Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*) teszik ki. Feltételezhető, hogy a területet nyílt vegetáció boríthatta, az éghajlat meleg és nedves lehetett, ahol a júliusi őshőmérséklet (31. ábra) csupán néhány fokkal maradt el a mai értékektől.

A 4,40-6,00 m közötti zóna (MoMZ-2.) faunájában domináns szerepű (~ 60 %) az euryök fajok csoportja, főként az enyhébb szakaszokra jellemző *Vallonia costata* igen magas (45-50%) számarányával. A termofil fajok adják a fauna további 38 %-át. Elsősorban a szárazságtűrő, délkelet-európai elterjedésű *Pupilla triplicata* faj magas aránya (~ 24 %) érdemel említést. Mellette megjelenik az általában interglaciális, interstadiális időszakokban jellemző (KROLOPP 1966) *Truncatellina cylindrica*. Néhány példánnyal hidegtűrő, higrofil és nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek is megjelennek. Ezek alapján megállapítható, hogy a talajképződés lezárulta után az éghajlat 1-1,5 C°-kal hűvösebb lett és csak kevésbé vált szárazabbá. A legmelegebb hónap középhőmérséklete ( $T_{July}^{\circ}$ ) meghaladta a 17,5 C°-ot és a löszképződés továbbra is füves vegetációval borított területen zajlott, ahol bokros-erdős életterek jelenhettek meg.

A 2,80-4,40 m közötti szakasz (MoMZ-3.) faunája statisztikusan értékelhetetlen. Az üledékből csupán néhány héj - elvétele egy-egy melegkedvelő, szárazságtűrő illetve mezofil faj - került elő.

A 0,80-2,80 m közötti zóna (MoMZ-4.) faunájának egyed- és fajszáma az előzőekhez képest ugrásszerűen megnövekszik. Döntő részét (62%) a termofil fajok adják. Közülük is kiemelkedő a Kárpát-medencébe a Balkánon lévő reliktum területeiről immáron feltehetően



harmadszor visszavándorló (SÜMEGI és KROLOPP 1995) *Granaria frumentum*, valamint a *Pupilla triplicata* fajok. A fauna további ¼-ét a nagy ökológiai tűrőképességűek csoportja (főként a *Vallonia costata* és a *Pupilla muscorum*) adják. Megjelennek a nedvesebb klímát (*Vitrea crystallina*) és nagyobb növényzeti borítottságot igénylő elemek (*Clausilia dubia*, *Punctum pygmaeum*) is. A számított júliusi középhőmérséklet-értékek ( $T_{July}^{\circ}$ ) 18,5-19 °C körül mozognak. Az előzőek alapján elmondható, hogy a löszképződés meleg és közepesen nedves éghajlaton zajlott, ahol a növényzet zártabbá vált, a bokros-erdős és a nyílt, füves életterek mozaikszerűen váltakozhattak.

A legfelső 0,20-0,80 m közötti szakasz (MoMZ-5.) faunájának majd felét a mezofil fajok (kiemelt szerepű a *Vallonia costata*), valamint több mint ¼-ét a termofil, szárazságtűrő elemek teszik ki. Még nagyobb arányban továbbra is jelen vannak a szubhigrofil, nyílt területre jellemző és jóval magasabb számban a nedvességigényes, zártabb növényzetet kedvelő fajok. 10 % feletti részaránnyal kiemelendő a sztratigráfiai jelentőségű *Punctum pygmaeum* faj. Ezen felül egy-két erdei elem (*Clausilia pumila*, *Perforatella bidentata*) is előfordul. Ebben a szakaszban a területet már kissé alacsonyabb hőmérsékleten ( $T_{July}^{\circ}$ : 17-18 °C), de továbbra is nedvesebb körülmények között élő, az előző zónához képest még zártabb vegetáció boríthatta.

A rétegsorban megjelenő kettős fosszilis talajhorizont a Mende Felső (MF) Talajkomplexummal párhuzamosítható. A felső talaj (Mo<sub>2</sub>) ebben a feltárásban is vékonyabb, kevésbé fejlett, az MF<sub>1</sub> talajszinttel párhuzamosítható interstadiális talaj. Kora analógiák alapján 27-35 ezer (NOVOTHNY et al. 2002, SÜMEGI és KROLOPP 2005), mások szerint 25-45 ezer (WINTLE és PACKMANN 1988, ZÖLLER és WAGNER 1990, FRECHEN et al. 1997), illetve 45-60 ezer (PÉCSI 1995, 1998) BP években adható meg. Malakosztratigráfiailag tehát az adott szint faunája a *Catinella arenaria* szubzóna *Granaria frumentum*-*Vallonia enniensis* zonulájába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) tartozhat. Az alsó fosszilis talajhorizont (Mo<sub>1</sub>) egy nagyobb vastagságú, fejlettebb szint, amely az MF<sub>2</sub> őstalajjal párhuzamosítható. A magyarországi típusfeltárásokból a két talaj közötti löszből 43-55 ezer év közötti (WINTLE és PACKMANN 1988, ZÖLLER és WAGNER 1990, FRECHEN et al. 1997), míg a MF<sub>2</sub> talajszint alatti löszből 79 ezer (WINTLE és PACKMANN 1988, Tápiósüly) illetve 130 ezer év (FRECHEN et al. 1997) korokat mutattak ki. A kutatók többsége (WINTLE és PACKMANN 1988, OCHES és MCCOY 1995, FRECHEN et al. 1997, SÜMEGI és KROLOPP 2005) a MF<sub>2</sub> talajszintet ma már a riss/würm interglaciális talajának tekinti. Képződési idejére ZÖLLER és WAGNER (1990) Mendén 69.3±5.4 ka, NOVOTHNY et al. (2002) az albertirsai rétegsorban 65.9±10.7 ka TL



korokat kapott. Ezek alapján tehát az alsó talajszint ( $Mo_1$ ) alatti, 7,80-8,40 m között települt löszből előkerült fauna tehát valószínűleg középső-pleisztocén korú lehet.

A felső őstalajszint felett, 4,40-5,90 m között települt lösz faunája a *Pupilla triplicata* faj dominanciája miatt valószínűleg a *Pupilla triplicata* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) tartozhat. A 2,80-4,40 m közötti szintből a csigahéjak megsemmisülése miatt nem származtak megfelelő információk, a fauna mindenesetre a *Vallonia tenuilabris* zonulának megfelelő rétegtani helyzetben települ, de hovatarozása nem állapítható meg. Az e feletti, 0,80-2,80 m közötti paleoökológiai szint faunaösszetétele alapján a *Vallonia costata* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható, így az ebben a zónában jelentkező szürkésbarna, átalakult, mállott réteg ( $Mo_3$ ) feltehetően a Dunaújváros-Tápiósülyi Löszkomplexum alsó humuszos szintjével ( $h_2$ ) (PÉCSI 1975, 1993; PÉCSI et al. 1977) párhuzamosítható. Kora feltehetően 20-23 ezer évek közé esik (SÜMEGI és KROLOPP 1995, SÜMEGI 1996, NOVOTHNY et al 2002).

A 0,20-0,80 m közötti paleoökológiai szakasz faunája – a *Punctum pygmaeum* faj 10% feletti aránnyal való megjelenése és a fauna összetétele alapján – már a *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonulához (16-18.000 BP évek) (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható, annak kezdetét jelzi. Ebből következően azonban üledékhiánnyal kell számolnunk a két szakasz között (*Columella columella* zonula nem mutatható ki). Ennek megfelelően mintegy 2000 év „dokumentációja” hiányzik a rétegsorból. Az ún. felső humuszos szint ( $h_1$ ) már nem fejlődött ki a rétegsort bezáró üledékekben, a zonula időtartama azonban kiterjed a kronológiailag előtte kifejlődött lösz képződésének idejére is. Ezt KROLOPP (2001), illetve HUM és SÜMEGI (2001) is kimutatták a tápiósülyi, valamint a dunaszekcsői rétegsorokból.

## 6.8. A bácsfapusztai feltárás

### 6.8.1. A bácsfapusztai feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvényt a lánycsóki TSZ-major utáni emelkedő mentén, a Bácsfapuszta szélén elhaladó közút melletti bevágásban alakítottam ki (é.sz.: 45°59,73'; k.h.: 18°36,44') (32. ábra). Magassága mintegy 6,60 m, benne több eltemetett talajréteg nyomozható (7., 8., 9., 10. kép). Tengersizint feletti magassága 110 m. A feltárásban a legfelül található paleotalaj egy körülbelül 2-3 méter széles sávban hátszerűen kiemelkedően, boltozatot képezve települ. A jelenség egyik magyarázatául esetlegesen szolgáló tektonikai elmozdulások nyomai nem voltak felfedezhetők. A rétegek dőlése nem mérhető, közel vízszintes. A lösz elválása függőleges, oszlopos, hasadási lapjai 5-10 cm-re helyezkednek el egymástól.



A szelvény bázisán 5,80-6,60 m között barna, fejlett paleotalaj (Bp<sub>1</sub>) települ. A réteg felső határa elmosódó. A talajszintre 4,50-5,80 m között halványbarna (10YR 7/4) színű lösz települ. Mátixában talajjal kitöltött krotovinák fedezhetők fel. A rétegben a felszíntől számítva 4,90-5,20 m közötti mélységben egy erőteljes mészkonkréciós horizont alakult ki. A szineretikus repedésekkel tagolt konkréciók változatos formájúak, nagyságuk 2-től 10-12 cm-ig terjed.

A löszre 3,30-4,50 m között egy igen fejlett paleoszol réteg (Bp<sub>2</sub>) települ, melynek határa elmosódó. A talaj alsó 20 cm vastagságú része barna színű, majd felfelé egészen feketés barna, a felső 30 cm-en ismét barna (7,5 YR 4/4) színű. Mátixában krotovinák és apró, világos, gömb alakú mészkonkréciók találhatók.

E felett 2,45-3,30 m között halványbarna (10YR 7/4) színű löszköteg figyelhető meg, benne pszeudomicéliumok (PÉCSI 1993) találhatók. A löszre 2,10-2,45 m között halvány sárgásbarna (10YR 6/4), kevésbé fejlett talajréteg (Bp<sub>3</sub>) települ, melynek felső és alsó határa kissé elmosódó. A rétegsort 0,20-2,10 m között ismét egy igen halvány barna színű (10YR 7/3) löszköteg zárja, melyben pszeudomicéliumok fedezhetők fel. 0,20 m felett a recens talajszint következik.

#### 6.8.2. A bácsfapusztai feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei

A feltárás 5 minájának eredményei álltak rendelkezésre. A löszfrakció aránya 50-55% körüli, egy esetben 60%-ot is meghaladó (33. ábra, 7. táblázat). Az agyagfrakció 4-6% közötti, még a paleotalajnál (Bp<sub>3</sub>) sem magasabb ennél. A 0,002-0,0156 mm közötti frakció aránya 25-35% a löszöknél, míg a fosszilis talajszintnél 30%. A homokfrakció 4-13% közötti.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei 11,5-20,7  $\mu\text{m}$  között változnak, legalacsonyabb értékét a paleotalajban éri el. A szórás ( $\sigma_1$ ) 1,5-1,7 közötti. Ez alapján az üledékek gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,3-0,4 körüli, egy esetben (2,20-2,60 m) negatív ferdeség jelentkezik (-0,32). A szemcseösszetételi görbék pozitív, erősen pozitív ferdesége itt is a nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei (0,95-1,46) alapján a görbék közel szimmetrikusak illetve csúcsosak.

A vizsgált üledékek tehát gyengén osztályozottak. A löszök nagyobb finom frakcióval és viszonylag alacsony közepes szemcsemérettel jellemezhetők. A paleotalaj közepes szemcseméret értéke igen alacsony.



## 6.8.3. A bácsfapusztai feltárás geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény a geokémiai információk alapján 8 zónára tagolható (34. ábra, 17. táblázat).

A rétegsor bázisán, 4,60-5,00 m között települt üledékrétegek (BpGKZ-1.)  $\text{SiO}_2$  tartalma meghaladja a 64, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  esetén a 14%-ot. Hasonlóképpen a  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{TiO}_2$  mennyisége is igen magas. A foszfor és a  $\text{CaO}$  tartalom közepes, míg a  $\text{MgO}$  mennyisége alacsony. A nyomelemek között a Rb, Zr, Ba koncentrációja viszonylag magas, ezzel szemben a Sr tartalom alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (3,45), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány viszont igen alacsony (0,87 és 0,36). A kémiai viszonyok alapján tehát elmondható, hogy az adott zóna üledékeinek képződése idején a mállás intenzív volt, azok erősen mállottak.

Az e felett, 4,20-4,60 m között települt löszkötegek (BpGKZ-2.)  $\text{SiO}_2$  tartalma 61,29%-ra csökkent az előző szinthez képest. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$  és  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége továbbra is magas, míg a  $\text{MnO}$  aránya átlagos. Emellett a  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom alacsony. A kalcium aránya magas, míg a magnéziumé itt is viszonylag alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány ezért magas (4,45). Feltételezhető, hogy a tárgyalt zóna feletti talajszintből a  $\text{CaO}$  kioldódott és ebben a szintben halmozódott fel. A nyomelemek között továbbra is magas a Zn, Rb és Ba koncentrációja. A Sr és Zr tartalom közepes, a Cu aránya alacsony. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , a Sr/Ba és a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány növekedett (1,10, 0,44 és 1,88) az előző szint értékeihez képest. Megállapítható tehát, hogy a kilúgozódás és a mállás intenzitása csökkent ebben a szintben, az üledékek közepesen mállottak.

Az elemösszetételben a 3,00-4,20 m közötti zóna (BpGKZ-3.) üledékeinél újabb változás tapasztalható. Jelentősen megnőtt és kiugró maximumot mutat szinte az összes főkomponens, így a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ . A nátrium, a foszfor és a magnézium mennyisége az intenzív kioldódás hatására viszonylag alacsony. Itt éri el szelvénybeli minimumát a  $\text{CaO}$  tartalom (0,99%). A nyomelemeknél a Cu, Zn, Rb, Zr, Ba és Pb koncentráció maximumot, míg a stronciumé minimumot mutat. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ , valamint a Sr/Ba arány extrém alacsony (0,42-1,62, 0,28-0,49 és 0,23-0,30), a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány igen magas értékeket (1,94-2,39) ér el. A fentiek alapján a mállás és kilúgozódás intenzitása rendkívül magas fokú lehetett. A talajképződés jól fejlett fosszilis talajszintet (Bp<sub>2</sub>) hozott létre ebben a zónában.

A következő, 2,60-3,00 m közötti geokémiai zóna (BpGKZ-4.) löszkötegeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ , valamint  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma átlagos. A főkomponensek között az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$  és  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége közepesnél magasabb. A  $\text{CaO}$  aránya magas, az  $\text{MgO}$  mennyisége az erősen mállott löszök értékeinek felel meg. A 2,20-2,60 m közötti szintben a kalcium nagymértékben



feldúsult (20,31%), ami feltehetően a zóna felett települt, talajosodott rétegből mosódhatott ki és egyfajta felhalmozódási horizontot hozott létre a kérdéses szakaszon. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (4,77). A nyomelemek között a Cu, Zn, Rb és Zr koncentráció átlagos, a Ba és Sr tartalom viszonylag magas. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány közepesnél magasabb (1,25), a Sr/Ba arány átlagos (0,48). A fenti elemzés alapján elmondható, hogy az előző zónához képest jelentősen csökkent a mállás intenzitása. A vizsgált üledékek közepesen mállottak.

A 2,20-2,60 m közötti zónában (BpGKZ-5.) a főkomponensek közül  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , FeO, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége tovább csökken, míg a CaO és MgO tartalom megnövekedett. A nyomelemek szinte mindegyikének koncentrációja csökkent, a Sr tartalom kis mértékben csökkent. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány rendkívül magas (6,70), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány magas (1,88), a Sr/Ba arány átlagos. Ezek alapján az adott zóna üledékei gyengén mállottak.

Az 1,80-2,20 m közötti szint (BpGKZ-6.) üledékeiben a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , FeO, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége igen magas, emellett a  $\text{P}_2\text{O}_5$ , a CaO és a MgO aránya meglehetősen alacsony. A nyomelemek között a Cu, Zn, Rb, Zr és a Ba koncentrációja igen magas, míg a Sr mennyisége alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és Sr/Ba arányok minimumot érnek el. A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány nem változott az előző szint értékeihez képest. A geokémiai információkra alapozva megállapítható, hogy az adott zóna üledékeit viszonylag erős, de az alsóbb paleotalaj szint esetén (Bp<sub>2</sub>) tapasztaltnál gyengébb mállás és pedogenezis alakította ki. Ez a makroszkópos megfigyelések tapasztalati tényeinek megfelel, ugyanis itt egy őstalaj réteg (Bp<sub>3</sub>) található az üledéksorban.

Az e felett, 0,60-1,80 m között települt löszkötegekben (BpGKZ-7.) a főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$  mennyisége nagymértékben, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , FeO, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége kisebb mértékben lecsökkent, ez utóbbi komponensek aránya közepes vagy azt meghaladó. A foszfor és magnézium tartalom némileg megnövekedett, a kalcium aránya meglehetősen magas. Amíg a nyomelemek majd mindegyikének (Cu, Zn, Rb, Ba) koncentrációja átlagos értékre csökkent, addig a Sr tartalom 50 milliommól résszel (ppm) növekedett. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (3,10-4,67), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és Sr/Ba arányok az átlagost kissé meghaladó értéket érnek el (1,23-1,35 és 0,47-0,50). A fentiek alapján világosan megmutatkozik, hogy a kilúgozódás és mállás intenzitása nagymértékben csökkent az előző szintéhez képest, a zóna üledékei közepesen mállottak.

A rétegsort záró, 0,00-0,60 m között települt üledékek (BpGKZ-8.)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ , FeO, MnO,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma tovább csökken és minimumot mutat. Ezzel párhuzamosan a CaO mennyisége eléri szelvénybeli maximumát, a MgO aránya hozzávetőlegesen az előző szintével egyezik meg. A Zn, Rb koncentrációja minimumot



mutat, de a Cu, Zr, Pb tartalom is igen alacsony. A Sr mennyisége az egyik mintában maximumot ér el. A CaO/MgO és a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arányok igen magasak (5,09-6,15 és 1,82-2,01), a Sr/Ba arány az átlagos érték körüli (0,49-0,57). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány tovább emelkedett. Mindezek alapján megállapítható, hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása minimálisra csökkent, a tárgyalt zóna rétegei gyengén mállottak.

Összefoglalva tehát elmondható, hogy a mállás és kilúgozódás a rétegsort alkotó üledékeket közepesen vagy igen intenzíven érintette, a talajképződés abban két palaeoszol réteget is kialakított (a Bp<sub>1</sub> paleotalaj már nem volt mintázható az utóbbi mintavételezésnél). A szelvényben csupán a 0,00-0,60 m közötti zóna üledékeit érintette kevésbé, itt gyengén mállott löszök képződtek. Végezetül megemlítendő, hogy a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány változásai ennél a feltárásnál sem szolgáltatnak minden esetben egyértelműen értelmezhető információt a mállási és kilúgozódási viszonyokról.

#### 6.8.4. A bácsfapusztai feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A szelvényből egyedszámában szegénynek (496 db) mondható, 21 szárazföldi és 4 vízi faj tartalmazó fauna került elő (29. táblázat). Az egyedszám csupán egyetlen minta esetén haladta meg a százat, így a fauna statisztikusan alig volt értékelhető. Ennek ellenére azonban annak elemzésével az egykori ökoszisztémában bekövetkezett változások, fordulatok még így módon is rögzíthetők. A fauna alapján 5 paleökológiai zóna jelölhető ki (35. ábra).

Az 5,40-6,20 m közötti szintben (BpMZ-1.) az egyedszám igen alacsony, valószínűleg az intenzív mállási, kioldódási folyamatnak köszönhetően, amely a szelvény ezen szakaszán települt paleotalaj szint kialakulása során mehetett végbe. A meghatározott egyedek között néhány példánnyal többségben vannak a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok. Megjelenik egy-egy nagy ökológiai tűrőképességű és szubhigrofil, nyílt területre jellemző, valamint két vízi faj is. A meglévő adatok alapján elmondható, hogy a szakaszt képviselő üledékek képződése viszonylag melegebb, nedvesebb klimatikus körülmények között zajlott. Az üledékek jellege ezt egyértelműen bizonyítja. További információval szolgáló és az előzőeken túlmutató következtetések (őshőmérséklet, vegetációs viszonyok) a szegényes fauna alapján nem tehetők.

A 4,60-5,40 m között kimutatható zóna (BpMZ-2.) egyedszáma és fajszáma is viszonylag magasabb. Az ebben a szintben települt lösz kevésbé alakult át, mint az alatta lévő paleotalaj, így a héjak kioldódása is alacsonyabb mérvű volt. A vízmozgás azonban ennek ellenére igen jelentős tényezőként szerepelhetett a diagenezist követően. Ezt jelzi a szintben megfigyelhető



erőteljes mészkonkréciós horizont is. A szakasz faunájának majd felét a széles ökológiai tűrőképességű fajok csoportja (főként *Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*) adja. További ¼-ét a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek (*Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*) teszik ki. Néhány példánnyal megjelenik közöttük a melegkedvelő-szárazságtűrő *Catinella arenaria* faj is. A fauna 10 %-át a részben hidegtűrő, higrofil és szubhigrofil fajok (*Trichia hispida*, *Succinea oblonga*, *Cochlicopa lubrica*), további 9 %-át pedig néhány vízi faj (*Lymnaea palustris*, *Valvata piscinalis*) adja. Elvértve egy-egy nedvesséigényes, bokros területen élő faj is megjelenik. Ezek alapján feltehető, hogy az egyik legfontosabb éghajlati elem, a hőmérséklet némileg csökkent erre a löszképződési periódusra, a terület vegetációja enyhén zártabbá (nyílt területet tagoló bokros életterek) vált. Az üledékképződés jobbára száraz térszínen zajlott, amelyen időszakosan vízborította foltok (HUM 1999) jelenhettek meg, esetleg hosszabb ideig történő elöntés is érthető. Ez utóbbi a Duna árterének egykori közelsége révén is értelmezhető.

A következő 1,40-4,60 m közötti zónából (BpMZ-3.) előkerült fauna egyed- és fajszáma ismét igen alacsony, amelyet tulajdonképpen szinte teljesen két ökológiai csoport képvisel. Az alacsony egyed- és fajsám miatt egy paleoökológiai szakasznak látszó, valójában azonban egy jelentősebb időtartamot felölelő szint folyamán képződött üledékekben két paleotalaj horizont (Bp<sub>2</sub>, Bp<sub>3</sub>) is települ. Az alsóbb egy igen erőteljesen fejlett talajréteg, a felsőbb kialakulásakor azonban a pedogenezis jól láthatóan nem jutott el ilyen szintig. A közbetelepült löszben egy mintában egy kissé megemelkedik az egyedszám, de itt is rendkívül alacsony, ami azt jelzi, hogy az üledék mállása és a héjkioldódás ebben a szintben is intenzív volt. A fauna több mint felét a mezofil fajok (*Pupilla muscorum*, *Vallonia costata*), további ¼-ét termofil elemek (*Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*) adják. A *Catinella arenaria* - a legalsó mintában - szintén jelen van. Sokatmondó következtetések pusztán a fauna vizsgálata alapján nem vonhatók le. Alacsony információtartalma ellenére a fauna és az üledékek litofaciológiai jellegzetességeit egybevetve feltételezhető azonban, hogy a terület éghajlatát ebben a szakaszban enyhe, csapadékos viszonyok jellemezték.

A 0,60-1,40 m közötti szint (BpMZ-4.) Mollusca-faunájának egyedszáma jóval magasabb az előzőéhez képest. Tulajdonképpen ebben a zónában található az egyetlen, már jól értékelhető, statisztikus paleoökológiai elemzésre alkalmas, 100-as egyedszámot meghaladó minta. Az előző szakaszhoz képest erőteljes emelkedéssel a fauna 89 %-át az euryök fajok csoportja adja. Domináns faunaelem az általában enyhébb szakaszokban jelentkező *Vallonia costata* és a nyílt területen élő *Pupilla muscorum*. A melegkedvelő, szárazságtűrő fajok - ez esetben főként a *Helicopsis striata* és a *Pupilla triplicata* - aránya 8 %. Néhány példány erejéig a



higrofil, nyílt területen élők (*Vitrea crystallina*) és a nedvességigényes, bokros-erdős területet kedvelő fajok jelennek meg. Ebben a szakaszban az éghajlat továbbra is enyhe, de az előzőekhez képest egy kissé „hűvösebbé” válhatott ( $T_{\text{july}}^{\circ}$ :  $\sim 16,4-16,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) (36. ábra). A területet jobbra nyílt, füves sztyeppvegetáció boríthatta, amelyet bokros életterek törhettek meg.

A 0,00-0,60 m közötti paleoökológiai zóna (BpMZ-5.) - amely a záró üledékrétegeket foglalja magában - faunája tulajdonképpen egy tipikus felső-würm kevert fauna. 33%-át a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek (főként a *Granaria frumentum*), további 23%-át a mezofil, nagy tűrőképességű fajok adják. Jelentős arányban (24%) jelenik meg a higrofil, hidegtűrő csoport, domináns elem a *Succinea oblonga*. Előkerültek nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek is, közöttük egy szintjelző, korjelző faj a *Punctum pygmaeum*. Egyetlen példány erejéig egy jellegzetesen hideghullámokat jelző faj, a *Vallonia tenuilabris* is előfordul. A szakaszt alkotó üledékek akkumulációja továbbra is enyhe ( $T_{\text{july}}^{\circ}$ :  $\sim 17\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) klímán zajlott, ahol a jobbra nyílt, füves sztyeppvegetációt helyenként bokros-erdős életterek törhették meg.

A teljes egészében fel nem tárt 5,80-6,60 m közötti fosszilis talajsínt (Bp<sub>1</sub>) faunája igen szegény, ami a lito- és biosztratigráfiai besorolást nem segíti. Feltehető, hogy az adott talajréteg középső-pleisztocén korú lehet. Valószínű, hogy az újabban SÜMEGI és KROLOPP által (2005) vizsgált basaharci feltárás alsó talajával (8-as számú réteg, lokális elnevezéssel „Basaharc Paleotalaj” -3) párhuzamosítható, tehát a riss/mindel interglaciálisban keletkezhetett.

A 4,50-5,80 m között települő lösz szintén középső-pleisztocén, riss glaciálisban keletkezett üledék lehet, bár a Clausilidák családjába tartozó *Neostyriaca corynodes* fajt nem sikerült kimutatni a faunából. Érdekes, hogy a 4,60-5,40 m közötti szintben több példánnyal is megjelenik az eddig a középső- és késő-würm közötti interstadiális jellegzetes faunaelemének tartott (SÜMEGI és KROLOPP 1995) *Catinella arenaria* faj is. Mivel az adott faj a Mende Talajkomplexum alsó talaja - amelyet ma már egyértelműen riss/würm interglaciális talajnak tartanak - alatti löszből került elő, ez új malakosztratigráfiai adatnak bizonyul, ugyanis ez a faj eddig csupán a magyarországi felső-pleisztocén üledékekből került elő (KROLOPP 2003), idősebb löszökből csupán néhány bizonytalan előfordulása ismert, s nem volt egyértelmű a példányok adott fajhoz való tartozása (KROLOPP ex. litt.).

A 3,30-4,50 m között található paleotalaj szint (Bp<sub>2</sub>) valószínűleg a Mende Felső Talajkomplexum (PÉCSI 1975, PÉCSI et al. 1977, PÉCSI 1993) alsó talaja (MF<sub>2</sub>) lehet, amelyet - mint fentebb több alkalommal említésre került - a kutatók ma már a riss/würm interglaciális



talajának tartanak (WINTLE és PACKMANN 1988, OCHES és MCCOY 1995, FRECHEN et al. 1997, SÜMEGI és KROLOPP 2005).

A 2,45-3,30 m közötti vékony löszköteg kora- vagy középső-würm képződmény, amely igen kevés csigahéjat tartalmazott. Az e felett települt (2,10-2,45 m) talajhorizont (Bp<sub>3</sub>) feltehetően a MF<sub>1</sub> őstalaj lehet. Erre utal, hogy az adott réteg vékonyabb, jóval kevésbé fejlett szint, mint az alatt lévő. Keletkezésének ideje analógiák alapján 25-45 ezer (WINTLE és PACKMANN 1988, ZÖLLER és WAGNER 1990, FRECHEN et al. 1997), szűkebb értelemben 27-35 ezer BP évek (NOVOTHNY et al. 2002, SÜMEGI és KROLOPP 2005) közé tehető. A szint malakosztratigráfiaailag a *Catinella arenaria* alzónába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható.

Az erre települt lösz 1,40-2,10 m közötti szakaszából előkerült fauna igen szegény, besorolása nem adható meg, de megjegyzendő, hogy a *Pupilla triplicata* zonulának (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) megfelelő rétegtani helyzetben települ.

A 0,60-1,40 m közötti szint faunája malakosztratigráfiaailag a *Vallonia costata* 40% körüli, valamint az euryök fajok 89 %-os aránya illetve a Kárpát-medencébe immáron feltehetően harmadszor visszavándorló *Granaria frumentum* faj (SÜMEGI-KROLOPP 1995) ismételt megjelenése miatt a *Semilimax kotulai* szubzónán belül a *Vallonia costata* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható. (A *Vallonia tenuilabris* zonula nem mutatható ki a rétegsorban.) A zónát alkotó löszkötegek képződési ideje analógiák alapján 20.000-22.000 BP évek közé tehető (SÜMEGI és KROLOPP 1995).

A 0,00-0,60 m közötti paleoökológiai szakasz faunája biosztratigráfiaailag a *Semilimax kotulai* alzónán belül a *Columella columella* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható.

## 6.9. A liptódi feltárás

### 6.9.1. A liptódi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény tetőhelyzetben, 210 m tengerszint feletti magasságban, a liptódi temető melletti löszmélyút falában került kialakításra (é.sz.: 46°3,01'; k.h.: 18°30,87') (37. ábra). Magassága 4,80 m, benne tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem fedezhető fel (11. kép). Az üledék elválása függőleges, oszlopos, hasadási lapjai 10-12 cm-re vannak egymástól. A rétegek dőlése nem mérhető, néhány fokkal eltér a vízszintestől.

A szelvény bázisán 2,80-4,80 m között barna (7,5YR 5/4) morzsalékos szerkezetű, kettős paleotalaj (L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub>) települ. Mátrixában apró mészkonkréciók tömege, valamint 3,15-3,25 m



között egy valóságos mészkőpad figyelhető meg. A köztes (3,55-3,90 m) lösz egészen vörösesbarna elszíneződésű, néhol alig különíthető el a paleotalajoktól.

A fosszilis talajszintre, tulajdonképpen a rétegsort zárva, 0,20-2,80 m között halványbarna lösz (10YR 7/4) következik. Alsó részén (2,50-2,70 m) elszórtan mészkonkréciók, felső részén apró karbonátos csövecskék találhatók. 0,20 m felett a recens talaj települ.

#### 6.9.2. A lipitói feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei

A rétegsorból 3 minta eredményei álltak rendelkezésre. A durva és nagyon durva kőzetliszt frakció aránya 55-57%, míg az alsó, paleotalajtól alig elkülöníthető megjelenésű mintában 41%. A 0,002 mm alatti agyagfrakció 4-4,5%, az alsó mintában 7%-ot némileg meghaladó (38. ábra, 8. táblázat). A nagyon finom, illetve finom és közepes szilt aránya 27-29%, a 3,20-3,60 m-es szintben 37% körüli. A homokfrakció 8-14% közötti.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) 20,03, 16,63, illetve az alsó mintában 14,31  $\mu\text{m}$ . A szórás ( $\sigma_1$ ) értékei 1,49-1,81 közöttiek, tehát az üledékek gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,25-0,44 közötti, tehát a szemcseösszetételi görbék pozitív, erősen pozitív ferdesége a nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei (0,84-1,25) alapján a görbék közel szimmetrikusak illetve csúcsosak.

A fentiek alapján a vizsgált üledékek gyengén osztályozottak, többnyire magasabb mennyiségű finom frakciót tartalmaznak. A szöveti paraméterek alapján az időben később képződött üledékek esetén az ülepítő közeg átlagos mozgási energiája nagyobb lehetett. A mállás mértéke a fiatalabb üledékek képződése idején alacsonyabb fokú volt.

#### 6.9.3. A lipitói feltárás geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény az adatok alapján 6 geokémiai zónára tagolható (39. ábra, 18. táblázat).

A rétegsor bázisát alkotó, 3,60-4,80 m közötti szint (LGKZ-1.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$  tartalma maximumot mutat a szelvényen belül. Értéke a 4,00-4,40 m közötti szintben eléri a 72,49%-ot! Rendkívül magas emellett az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ , és  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége. Az  $\text{Na}_2\text{O}$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$  aránya viszonylag alacsony, ami feltehetően a rendkívül intenzív mállásnak köszönhető. Ennek hatására a  $\text{CaO}$  mennyisége is extrém alacsony (0,70-1,06% !). Az  $\text{MgO}$  tartalom minimumot mutat, bár mennyisége nem változott olyan drasztikus mértékben, mint a kalciumé. A nyomelemek között kiemelkedően magas a Zn, Rb, Zr, Ba koncentráció, míg a Sr tartalom itt éri el minimumát (94 ppm). A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány (0,33-0,53, 0,25-0,30 és 0,20-0,21) rendkívül alacsony, az összes feltárás adatait



figyelembe véve a legalacsonyabb értékek közé tartozik. A  $K_2O/Na_2O$  arány magas (2,56-3,11). A geokémiai adathalmaz elemzése révén megállapítható tehát, hogy az adott zónát felépítő üledékek extrém magas intenzitású málláson és kilúgozódáson estek át, a talajképződés ezeket a rétegeket érintette a legerőteljesebben a rétegsorban ( $L_1$ ).

Az elemösszetétel változásai alapján 3,20-3,60 m között egy újabb geokémiai zóna (LGKZ-2.) jelölhető ki. A főkomponensek közül legnagyobb arányban jelen lévő  $SiO_2$  mennyisége mintegy 10%-kal kevesebb az előző zónában mért értékeknél. Az  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO$ , és  $K_2O$  tartalom az átlagosnál némileg magasabb, míg a  $Na_2O$  és a  $P_2O_5$  aránya alacsony. A  $CaO$  és  $MgO$  mennyisége magas. A kalcium viszonylag magas arányának magyarázata valószínűleg az lehet, hogy a vizsgált szint feletti, erősen mállott rétegekből a  $Ca$  kimosódott és ebben a zónában halmozódott fel. A szelvényben egyébként itt egy erőteljes mészkonkréciós horizont figyelhető meg. A  $CaO/MgO$  arány az előzőekből következően tehát magas (4,84). A nyomelemek között viszonylag magas a  $Rb$ ,  $Zr$ ,  $Ba$  közepesnél némileg magasabb a  $Zn$  és a  $Sr$  koncentrációja. A  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  arány átlagos, a  $Sr/Ba$  arány közepesnél kissé alacsonyabb (1,18 és 0,41). A  $K_2O/Na_2O$  arány magas (2,26). A vizsgált zóna üledékeit a mállás az előző szinthez képest kevésbé, de továbbra is viszonylag intenzíven érintette. A szakaszt felépítő üledékek elváltozott löszrétegek, amelyek alig különböztethetők meg a talajszintektől.

Az e felett, 2,40-3,20 m között települt üledék a geokémiai információk szerint egy újabb zónába (LGKZ-3.) sorolható. A  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO$ , és  $K_2O$  tartalom itt igen magas, ezzel szemben a  $Na_2O$  és a  $P_2O_5$  mennyisége minimumot mutat. A  $CaO$  tartalom igen alacsony, míg a  $MgO$  mennyisége közepesnél némileg magasabb. Érdekes jelenség, hogy az adott szintben egy mészpad figyelhető meg, amely a  $Ca$  intenzív kioldódásával és lokális felhalmozódásával hozható összefüggésbe. A mintákban mért alacsony  $CaO$  tartalom ennek a kilúgozódásnak az eredménye. A nyomelemeknél a  $Ni$ ,  $Zn$ ,  $Rb$  koncentráció maximumot ér el, emellett a  $Cu$ ,  $Zr$  és  $Ba$  mennyisége is igen magas. A  $Sr$  koncentráció igen alacsony. A  $CaO/MgO$  arány közepesnél alacsonyabb (1,03-2,21). A  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  és a  $Sr/Ba$  arány rendkívül alacsony (0,33-0,62 és 0,23-0,32), ami egyértelműen jelzi a különösen erőteljes kilúgozódást és mállást. A pedogenezis ebben a zónában még intenzívebbé vált és annak alsó részén jól fejlett fosszilis talajszintet hozott létre ( $L_2$ ), amely makroszkóposan alig különíthető el az előző két geokémiai zóna rétegeitől. A talajszint felett települő, még ebbe a zónába sorolt lösz erősen mállott.

A kémiai összetételben az 1,60-2,40 m közötti szint üledékeiben (LGKZ-4.) ismételt változás figyelhető meg. A  $SiO_2$  és  $P_2O_5$  tartalom átlagos, míg az  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO$ , és  $K_2O$



mennyisége közepesnél magasabb. A  $\text{Na}_2\text{O}$  aránya viszonylag alacsony. A  $\text{CaO}$  tartalom magas, a  $\text{MgO}$  mennyisége átlag alatti. Emiatt a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány 3,07-3,89 között mozog. A nyomelemek között a Zn, Rb és Ba koncentrációja az átlagot némileg meghaladó, a Zr mennyisége kiemelkedően magas, míg a Cu tartalom viszonylag alacsony. A Sr mennyisége közepes. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány átlagos, 1,10-1,14 illetve 0,42-0,44 közötti. A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány az előző szint értékeihez viszonyítva csökkent, de továbbra is magas. Az előzőekben leírtak alapján elmondható, hogy az adott szintet alkotó üledékek képződése során a mállás és kilúgozódás intenzitása csökkent, ahol a talajképződés még nem indult be. A szint löszkötegei közepesen mállottak.

A 0,40-1,60 m között kijelölhető geokémiai zóna (LGKZ-5.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalma magas. A foszfor aránya a 0,40-0,80 m közötti zónában éri el szelvénybeli maximumát, a többi mintában a mennyisége átlagos. Az alkáli földfémek közül a kalcium és magnézium mennyisége meglehetősen alacsony (3,15-5,71 és 2,59-3,97%). A nagy kationok közé tartozó Rb és Ba, valamint a Zn és Zr koncentrációja magas, a stronciumé az átlagosnál alacsonyabb. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány 1,22-2,01 között, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány 0,46-0,69 között mozog, amelyek igen alacsony értékek. A Sr/Ba és a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány az előző szint értékeihez viszonyítva csökkent. A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arányváltozás annak köszönhető, hogy az üledékben az alkáli fémek közé tartozó K és Na mennyisége is növekedett, csupán ez utóbbi arányaiban nagyobb mértékben. Az elemösszetétel változásai alapján megállapítható, hogy a kioldódás és a mállás intenzitása fokozódott az adott zónában. A szint üledékei erősen mállottak.

A rétegsort záró, részlegesen a recens talajszintet is magában foglaló, 0,00-0,40 m közötti zóna (LGKZ-6.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma átlagos, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége az előző szint értékeinél alacsonyabb, azonban továbbra is az átlagnál magasabb. A  $\text{CaO}$  tartalom közepes, a  $\text{MgO}$  aránya magas. A nyomelemeknél a Cu, Zn, Rb, Y, Pb koncentráció itt éri el szelvénybeli minimumát, de a Zr tartalom is alacsony. A Sr mennyisége maximumot mutat. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány átlagos (2,14, 1,10 és 0,49). A fent vázolt jellemzők figyelembe vételével megállapítható, hogy a mállás erőssége ebben a zónában csökkent, az azt felépítő üledékek közepesen mállottak.

Mindezek alapján tehát a következő, ciklikusan és dinamikusan változó mállási trend rajzolódik ki. A rétegsor bázisát jelentő, 3,60-4,80 m között települt üledékek képződése során a mállás elérte intenzitásának csúcsát. Ezt követően, a 3,20-3,60 m közötti szintben némileg csökkent az erőssége (löszhorizont), majd a 2,40-3,20 m közötti zónában egy másodlagos maximumot ért el. A rétegsorban az intenzív mállás és pedogenezis két jól fejlett



paleotalaj szintet hozott létre. A következő, 1,60-2,40 m közötti szintben a kilúgozódás és mállás ismét alacsonyabb fokú volt, majd a 0,40-1,60 m közötti zónában erőteljesebbé vált, végül pedig a fedő üledék keletkezése idején érte el intenzitásának minimumát.

#### 6.9.4. A lipiódi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A feltárásból származó Mollusca-fauna 2119 egyede 25 szárazföldi faj között oszlott meg (30. táblázat). A szelvény alsó, 4,00-4,80 m közötti szakasza malakológiaiilag teljesen sterilnek bizonyult, további négy minta esetén az egyedszám meglehetősen alacsony (41. ábra), ami a statisztikus paleoökológiai feldolgozást kevésbé tette lehetővé. A fauna alapján a szelvény paleoökológiai szempontból 5 szakaszra bontható (40. ábra).

A 3,60-4,80 m közötti szakaszban (LMZ-1.) csupán egyetlen héj volt található, ami feltehetően az igen intenzív kilúgozódási, talajosodási folyamat következményeként értelmezhető.

Az ezt követő, 3,20-3,60 m közötti szint (LMZ-2.) egyed- és fajszáma viszonylag alacsony. A fauna több mint felét a nagy ökológiai tűrőképességű fajok teszik ki, amely csoportot teljes egészében két faj, a *Pupilla muscorum* és a *Vallonia costata* képvisel. A szubhigrofil, nyílt területet kedvelő faunaelemek (*Vitrea crystallina*, *Nesovitrea hammonis*) mintegy 12 %-os arányban, a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok pedig a fauna alig több mint 1/20-át képezve vannak jelen. Kiemelendő a *Vallonia tenuilabris*, mint hideghullámokat jelző faj 13 %-os arányú megjelenése. Mindezek alapján az adott szakaszt alkotó üledékek képződésének idején az éghajlat átlagos hőmérsékletű ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $\sim 15,2^{\circ}\text{C}$ ), a vegetáció pedig nyílt és zárt közötti, átmeneti állapotú lehetett. Az ebben a szakaszban, a 3,6 m mélységből származó mintában kimutatott őshőmérsékleti érték egyébiránt a Dél-Baranyában elvégzett vizsgálatok minden eddigi adata közül a legalacsonyabb.

A 2,80-3,20 m közötti zóna (LMZ-3.) Mollusca-faunájában viszonylag kevés héj található a pedogenezis miatti kioldódás következtében. Az anyagban néhány példánnyal a termofil és a mezofil fajok, valamint szubhigrofil és nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek is megjelennek. Feltehető, hogy ebben a periódusban jobbra átmeneti vegetáció mellett, viszonylag enyhe klímán folyt az üledékképződés.

Az 1,20-2,80 m közötti szakasz (LMZ-4.) faunájában továbbra is döntő szerepűek az euryök fajok. Arányuk a szint egy középső mintájában a 70 %-ot is meghaladja, majd jelentősen csökken. Domináns elem a nyílt területet kedvelő *Pupilla muscorum* és az enyhébb szakaszokban jellemző *Vallonia costata*. Az előző szakaszhoz viszonyítva a termofil elemek aránya némileg megnövekedett. A szubhigrofil, nyílt területen élő, higrofil, hidegtűrő fajok



10 %-os arányban vannak jelen. A fauna további alkotói néhány példány erejéig a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek (*Clausilia dubia*, *Punctum pygmaeum*), valamint két kriofil faj (*Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*) is. A fentiek és a júliusi középhőmérsékleti értékek ( $T_{July}^{\circ}$ : 16,1-16,4 °C) figyelembe vételével elmondható, hogy az üledékképződés ebben a szintben továbbra is enyhe körülmények között, jobbára nyílt vegetációval borított környezetben mehetett végbe, melyet néhol mozaikszerűen zártabb, bokros életterek törhettek meg.

A legfelső 0,20-1,20 m közötti szakasz (LMZ-5.) malakológiai anyagában az előző szinthez viszonyítva igen drasztikus (50%-os) csökkenéssel 21,7 %-ra esik a nagy ökológiai tűrőképességű fajok aránya. Fellelhető benne az egyetlen példány erejéig jelen lévő, hűvös egyúttal nedves környezetet igénylő, boreo-alpin *Vertigo substriata* és az ennél némileg nagyobb számban, glaciális szakaszon belül inkább az enyhébb klímaszakaszokban előforduló, ma hegyvidéki fajként (észak-alpin) nyilvántartott *Vertigo alpestris* faj. A melegkedvelő, szárazságtűrő csoportba tartozó elemek tényleges száma nő ugyan, azonban a faunán belüli aránya 5,6 %-ra csökken. Kiemelendő a *Pupilla triplicata* faj szerepe. Más feltárások esetén is megfigyelhető volt ennek a fajnak a záró üledékekben megjelenő kevert faunán belüli egyedszám növekedése, amely egy igen érdekes, de – a területre vonatkozóan úgy tűnik – korántsem egyedi jelenség. A fauna további mintegy ¼-ét a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek adják. Elengedhetetlen megemlíteni egy sztratigráfiai jelentőségű, szintjelző faj, a *Punctum pygmaeum* szerepét, melynek faunán belüli aránya a legutolsó mintában 27,4 %. A malakológiai anyag mintegy ötödét a nyílt területen élő, szubhigrofil fajok teszik ki, domináns elemek a *Vitrea crystallina* és a *Cochlicopa lubrica*. A hidegtűrő, higrofil *Trichia hispida* faj 15 %-os arányával a *Punctum pygmaeum* után a második legjelentősebb alkotója a faunának. A szakasz utolsó két mintájában néhány példány erejéig előfordulnak a tipikus hideghullámokat jelző, arkto-alpin elemek, a *Columella columella* és a *Vallonia tenuilabris* is. Kiemelendő, hogy a kísérőfaunában két zártabb növényzetet kedvelő elem – az erdei *Perforatella bidentata* és a *Vitrina pellucida* - is megjelenik. Megállapítható, hogy az üledék képződése az előző szakaszhoz viszonyítva zártabb vegetáció mellett, kissé alacsonyabb hőmérsékleten ( $T_{July}^{\circ}$ : 15,5-16 °C) zajlott.

A lipódi szelvényben jól láthatóan több szintben is megjelennek a hidegkedvelő, hidegtűrő fajok, ami a többi feltáráshoz viszonyítva újdonság a területen. A sztratigráfiai besorolás kapcsán elmondható, hogy egyetlen szintet lehetett jól kijelölni, mégpedig a 0,20-1,20 m közötti paleoökológiai szintet, ami a korjelző *Punctum pygmaeum* faj dominanciája és a kísérő



fauna jellege miatt szinte teljesen egyértelműen a *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolható. Mindemellett feltételezhető, hogy az 2,00-2,80 m közötti zóna biosztratigráfiailag a *Columella columella* zonulával (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) párhuzamosítható. A paleotalaj szintek (L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub>) talán a Mende Felső Talajkomplexum (PÉCSI 1993) talajaival hozhatók kapcsolatba, de besorolásuk igen bizonytalan, mert elképzelhető, hogy azok egyike lokális talajosodás terméke.

## 6.10. A Villánykövesdi Téglagyár feltárása

### 6.10.1. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A vizsgált szelvény Villány és Villánykövesd között, a Villánykövesdi Téglagyár falában került kialakításra (é.sz.: 45°52,86'; k.h.: 18°26,55'), a szelvény tengerszint feletti magassága 122 méter (42. ábra, 12. kép). A feltárás három részre bontható. Felső szakasza 3,60 méter, középső része 4,40 méter, alsó szakasza ismét 3,60 méter vastagságú. A felső és középső szakaszok egyértelműen nem kapcsolhatóak össze, ezzel ellentétben a középső és alsó szakaszok egy talajosodott horizont révén igen. A feltárásban tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem fedezhető fel. A rétegek dőlése nem mérhető, azok közel vízszintesek. Az üledék elválása függőleges, oszlopos, hasadási lapjai 5-10 cm-re vannak egymástól.

Mivel a felső szelvény és az alsó szelvények közötti megmintázatlan rész vastagsága nem volt egyértelműen lemérhető, ezért két különálló szelvényként írtam le az üledékrétegek elhelyezkedését, tehát az alsó szelvélynél nem a felszíntől számított tényleges mélységadatok jelennek meg.

A szelvény bázisán 5,20-5,60 méter között barnássárga, halvány barna színű (10YR 7/4), mészkonkréciókat tartalmazó löszköteg települ. E felett 4,40-5,20 méter között barna (7,5YR 5/4) paleotalaj horizont (V<sub>1</sub>) húzódik, melynek alsó és felső határa elmosódó.

A paleoszolra, 3,65-4,40 méter között halvány barna (10YR 7/4) lösz következik. Az üledék fokozatosan megy át a felette települő, 3,15-3,65 méter közötti enyhén sárgásbarna (10YR 6/4) színű elváltozott, talajosodott rétegbe (V<sub>2</sub>). Erre települ 0,00-3,15 méter között egy világosbarna színű (10YR 7/4) löszköteg.

A rétegsor felülről számítva 3,90 méter alatti részének egy szakaszon történő megmintázása sajnos nem volt kivitelezhető. A felső szelvényrészén 3,25-3,90 méter között halvány barna színű (10YR 7/4) lösz, majd a 2,70-3,25 méter közötti szakaszon egészen barnás elszíneződésű, elváltozott réteg, feltehetően egy embrionális talajszint (humuszos horizont)



települ ( $V_3$ ). 0,40-2,70 méter között ismét halványbarna (10YR 7/4) színű lösz következik, amelynek alsó, mintegy 1 méter vastagságú szakasza enyhén barnás elszíneződésű. (A geokémiai adatok szerint ez egy humuszos horizont ( $V_4$ ) (2,00-2,60 m) lehet.) 0,40 méter felett a recens talajszint következik.

### 6.10.3. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának szedimentológiai vizsgálati eredményei

A rétegsor harmadik szelvénytagjából 4 minta (22., 23., 24. és 27. minta), az első szelvénytagból 3 minta (1., 3. és 5. minta) eredménye állt rendelkezésre (43. ábra, 9. táblázat). A löszfrakció (0,0156-0,0625 mm) aránya 48-53% a löszök esetén, de a paleotalajokból származó minták értékei is 52 és 48%. Az agyagfrakció aránya 4 és 8,75% között változik, a paleotalajokban nem haladja meg az 5,5%-ot. A 0,002-0,0156 mm közötti frakció mennyisége 30-34% körüli. A homokfrakció aránya 6-15% körül mozog.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei 14-17,5  $\mu\text{m}$  közöttiek, a  $V_2$  paleotalajban 16,4, míg a  $V_1$  őstalajban 29,7 mikron. Itt hívom fel a figyelmet arra, hogy a  $V_1$  talajból származó minta összesen értékeinél 88,97% jelenik meg, tehát a normálistól eltérő értékei valószínűleg ennek köszönhetők. A szórás ( $\sigma_1$ ) 1,57-1,89 közötti, tehát az üledékek gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,34-0,38 közötti, egy esetben 0,15 ( $V_1$  paleotalaj). Tehát a szemcseösszetételi görbék erősen pozitív ferdeségűek, ami a nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei a löszben 0,9-1,0 körüliek, a  $V_1$  paleotalajnál 1,3. Ez alapján a görbék mezokurtikusak, a  $V_1$  őstalaj görbéje leptokurtikus.

A fentiek alapján a löszök gyengén osztályozott, magasabb finom frakciót tartalmazó, viszonylag alacsony közepes szemcsemérettel rendelkező üledékek. A mállás intenzitása a  $V_2$  paleotalajnál (23. minta) illetve a felette települő löszben (22. minta), valamint az első szelvénytag 5. mintájánál ( $V_4$  embrionális talajszint) lehetett a legnagyobb. A  $V_1$  paleotalaj értékei torzak, ezért nem értékelhetők megfelelően.

### 6.10.3. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának geokémiai vizsgálati eredményei

A 2,00-5,60 m között elhelyezkedő üledékeket feltáró harmadik szelvénytag (20-28. minta) geokémiai szempontból négy zónára tagolható (44. ábra, 19. táblázat).

A rétegsor bázisát feltáró, 5,00-5,40 m között (28. minta) kijelölhető geokémiai zóna üledékeinek (VT3GKZ-1.)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma átlagos. A  $\text{CaO}$  mennyisége magas, a  $\text{MgO}$  aránya viszont átlag alatti. A magas kalcium tartalom magyarázata, hogy az adott zóna felett elhelyezkedő fosszilis talajszintből valószínűleg



jelentős mértékben kioldódhatott a kalcium-karbonát, majd ebben a szintben egy felhalmozódási horizontot hozott létre. A magas  $\text{CaO/MgO}$  arány (5,08) is ennek a következménye. A nyomelemek között a Zn és Rb koncentráció kissé alacsonyabb az átlagosnál, míg a Zr és Ba tartalom közepes. A  $\text{CaO+K}_2\text{O+Na}_2\text{O/Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány szintén átlagos (1,41 és 0,45). Mindezek figyelembe vételével megállapítható, hogy az adott zóna üledékeinek képződése során a mállás és kilúgozódás intenzitása közepes volt. A vizsgált löszkötegek közepesen mállottak.

Az e feletti, 3,80-5,00 m közötti szakaszt felépítő (VT3GKZ-2.) üledékek (25-27. minta)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO,  $\text{K}_2\text{O}$  tartalma magas. A  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége közepes, míg a CaO és MgO aránya alacsony, a 9,80-10,20 m közötti szintben minimumot mutat, utalva az erőteljes kioldódásra. Amíg a Cu, Zn, Rb, Zr és Ba koncentráció viszonylag magas. A  $\text{CaO/MgO}$  arány széles skálán mozog. A  $\text{CaO+K}_2\text{O+Na}_2\text{O/Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány a 26-27. mintában igen alacsony (0,38-0,69 és 0,28-0,34), a 25. mintában közepes vagy az alatti (0,86 és 0,43). A fent ismertetett információk alapján elmondható, hogy az adott szintben a mállás intenzitása magas volt, főként a 4,40-5,20 m közötti zónában. Itt a pedogenezis egy fosszilis talajszintet ( $V_1$ ) hozott létre. A 3,80-4,40 m közötti szakaszon települt lösz erősen mállott.

Az elemösszetételben 3,00-3,80 m között újabb változás mutatkozik. A zónát (VT3GKZ-3.) alkotó üledékekben (23-24. minta) a főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom viszonylag alacsony, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO,  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége közepes. A CaO aránya igen magas, emellett a MgO mennyisége a humuszos horizontok értékeit éri el. A  $\text{CaO/MgO}$  arány ennek megfelelően magas. A nyomelemeknél a Zn, Ba koncentráció közepes, a Rb és Zr alacsony. A  $\text{CaO+K}_2\text{O+Na}_2\text{O/Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány az átlagnál magasabb. A fentiek alapján megállapítható, hogy az adott zóna üledékeit a mállás és kilúgozódás az átlagosnál kisebb mértékben érintette. Ez a 23. minta esetén némileg ellentmond a makroszkópos megfigyeléseknek, ugyanis itt egy elváltozott, enyhe fokon talajosodott horizont figyelhető meg.

A következő, 2,00-3,00 m között elkülöníthető geokémiai zóna (VT3GKZ-4.) löszkötegeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma közepes vagy azt meghaladó, míg a  $\text{K}_2\text{O}$  és MnO mennyisége magas. A CaO aránya az előző szinténél alacsonyabb, de továbbra is magas, a MgO aránya az előző szint értékeinél magasabb. A Cu, Zn, Rb, Ba koncentráció átlagos, a Zr, Pb és Sr tartalom magas. A  $\text{CaO/MgO}$  arány magas, a  $\text{CaO+K}_2\text{O+Na}_2\text{O/Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány átlagos vagy azt némileg meghaladó (1,06-1,23 és 0,44-0,51). Mindezek alapján elmondható, hogy a mállás és kilúgozódás közepes fokú lehetett a vizsgált üledékek képződése idején.



A 0,00-4,50 m között települt üledékeket feltáró második szelvénytag (9-19. minta) a geokémiai adathalmaz vizsgálata alapján négy zónára tagolható.

A 4,00-4,50 m közötti zóna (VT2GKZ-1.) üledékeiben (19. minta) a főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MnO}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége meglehetősen magas, míg a foszfor tartalom átlagos. A  $\text{CaO}$  és a  $\text{MgO}$  aránya viszonylag alacsony. A nyomelemek között a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  koncentrációja magas, míg a  $\text{Sr}$  tartalom alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány közepes (2,37), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány alacsony (0,69 és 0,35). Az elemzés eredményeire alapozva megállapítható, hogy a mállás intenzitása meglehetősen magas fokú volt az adott zónában. A pedogenezis itt egy fejlett talajszintet ( $V_1$ ) hozott létre. A minta ebből az anyagból származott.

Az ezt követő, 3,60-4,00 m közötti zóna (VT2GKZ-2.) üledékeinek (18. minta)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma átlagos, az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége viszonylag magas. Az előző szinthez képest a duplájára emelkedett a kalcium tartalom (13,94%) és növekedett a  $\text{MgO}$  aránya is. A nyomelemeknél a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$  és  $\text{Ba}$  koncentrációja átlagos. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas (4,53), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány átlagos (1,32 és 0,46). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány növekedett az előző szint értékéhez képest, ami némileg ellentmond a fentieknek. A kémiai elemek mennyiségi változásai alapján feltehető, hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása ebben a szintben lecsökkent és közepes fokúvá vált.

Az elemösszetételben egy újabb jelentős változás figyelhető meg a 2,80-3,60 m közötti szint (VT2GKZ-3.) üledékeiben (16-17. minta). A főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$  tartalom meghaladja a 67%-ot. Ezzel párhuzamosan az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége maximumot mutat. A  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  tartalom meglehetősen alacsony. A  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$  és  $\text{Ba}$  koncentrációja a nyomelemek között igen magas, míg a  $\text{Sr}$  tartalom viszonylag alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány minimumot mutat (1,66-1,90, 0,51-0,54 és 0,29-0,31). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány ezzel szemben magas (1,64-1,66), az előző szint értékéhez képest egyébiránt alig változott. Mindezek alapján megállapítható, hogy a mállás és kilúgozódás intenzíven érintette az adott zónát felépítő üledékeket, a pedogenezis hatására itt egy fosszilis talajhorizont ( $V_2$ ) jött létre a rétegsorban.

Az e felett, 0,00-2,80 m között települt üledékek újabb geokémiai zónát (VT2GKZ-4.) alkotnak. A szint löszkötegeiben a főkomponensek között a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalom átlagos vagy azt némileg meghaladó, míg a  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége magas. Emellett az alkáli földfémek ( $\text{Ca}$  és  $\text{Mg}$ ) aránya szintén meglehetősen magasnak bizonyul. A nyomelemeknél a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Ba}$  koncentráció közepes, a  $\text{Zr}$  tartalom az átlagot meghaladó. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány viszonylag magas, míg a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány



átlagos értékeket mutat. A fentiek alapján elmondható tehát, hogy a szelvény adott részét alkotó üledékek közepesen mállottak.

A 0,40-3,90 m közötti löszrétegeket feltáró első szelvénytag (1-8. minta) geokémiai szempontból három zónára osztható.

A 2,00-3,90 m között kijelölhető zóna (VT1GKZ-1.) üledékeinek (5-8. minta)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma viszonylag magas. A  $\text{CaO}$  mennyisége 1,59%-kal itt éri el szelvénybeli minimumát, de a  $\text{MgO}$  aránya is meglehetősen alacsony. A nyomelemek között a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Ba}$  és  $\text{Pb}$  koncentrációja itt éri el maximumát a rétegsorban. Magas továbbá a  $\text{Zr}$  tartalom is, míg a  $\text{Sr}$  mennyisége minimumot mutat. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány változó értékei mellett a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány igen alacsony, két minta esetén (6-7. minta) extrém alacsony. A mállás és kilúgozódás intenzitása ezek alapján viszonylag magas fokú lehetett. A rétegsorban az adott zónában egy talajosodott, elváltozott horizont ( $V_3$ ) figyelhető meg, amelyet a 6. és 7. minta tárnak fel.

Az e felett, 1,20-2,00 m között települt löszök (VT1GKZ-2.) (3-4. minta)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{FeO}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalma átlagos, míg a  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége közepesnél magasabb. A  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  aránya magas. A  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  és a  $\text{Sr}$  koncentráció átlagos. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas, míg a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány közepes értékeket mutat (1,37 és 0,43-0,47). A geokémiai információk alapján tehát elmondható, hogy az adott szintet alkotó üledékeket a mállás és kilúgozódás közepes mértékben érintette.

A rétegsort záró 0,40-1,20 m közötti zóna (VT1GKZ-3.) üledékeinek (1-2. minta) kémiai összetétele az előző szinthez képest tovább változott. A löszkötegek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma viszonylag alacsony, főként az 1. minta esetén. A kalcium és magnézium mennyisége kiugróan magas. Több főkomponens ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ), valamint nyomelem ( $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Pb}$ ) a 0,40-0,80 m közötti szintben (1. minta) éri el szelvénybeli minimumát. A  $\text{Sr}$  koncentrációja maximumot mutat. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány is magas, a 0,40-0,80 m közötti zónában érik el maximumukat. Megállapítható tehát, hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása az adott szintben volt a legcsekélyebb a teljes rétegsort tekintve. Itt gyengén mállott löszök keletkeztek.

A fentiek alapján az alábbi mállási trend rajzolódik ki. A harmadik szelvénytag által feltárt 4,00-5,60 m közötti szintben közepes, majd magas intenzitású volt a mállás, kilúgozódás és pedogenezis, melynek hatására itt egy jól fejlett, eltemetett őstalaj szint is kialakult. A 2,00-



4,00 m közötti zóna alsó szakaszán ismét egy elváltozott, talajosodott horizont jött létre, ami intenzív mállást bizonyít, majd az erre települt löszöknél némileg gyengült az intenzitása.

A második szelvénytag által feltárt 0,00-4,50 m közötti zóna átfedésben van az előző szelvénytag által feltárt üledékekkel. A geokémiai adatok itt jól egyeznek az előző szelvénytagban kimutatott értékekkel. A mállás intenzitása itt is kettős maximumot ér el a két fosszilis talajszintnél. A kettő között és a felső talajszint felett (0,00-3,15 m között) települt löszök esetén a mállás erőssége közepes volt.

A harmadik szelvénytag által 0,40-3,90 m között feltárt zóna alsó részén, 2,00-3,90 m között a mállás intenzitása erőteljes volt. A pedogenezis itt két, fejlődésükben embrionális szinten megrekedt talajosodott, humuszos horizontot ( $V_3$ ,  $V_4$ ) hozott létre. Ezt követően az 1,20-2,00 m közötti szintben a mállás intenzitása közepes fokúra, majd a 0,40-1,20 m közötti zónában alacsony fokúra csökkent. Mindemellett kiemelendő továbbá, hogy a  $K_2O/Na_2O$  arány változásai a teljes szelvényt tekintve nem minden esetben követték egyértelműen az elemösszetétel változásaiból kikövetkeztetett mállási trendet.

#### 6.10.4. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának malakológiai vizsgálati eredményei és sztratigráfiai értékelése

A feltárásból származó Mollusca-fauna 4360 egyede 24 szárazföldi és 1 vízi faj között oszlott meg (31. és 32. táblázat). A három tagból álló szelvény paleoökológiai szempontból az alábbi zónákra osztható (45. ábra).

A 2,00-5,60 m között elhelyezkedő üledékeket feltáró harmadik szelvénytag (20-28. minta) öskörnyezeti szempontból két zónára tagolható.

A 3,00-5,60 m közötti szakasz (VT3MZ-1.) (23-28. minta) egyed- és fajszáma a minták többségében a kilúgozódás okozta héjkioldódás miatt meglehetősen alacsony. A faunában uralkodó szerepűek (59,1 %) a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok, ezen belül magasabb számban a *Chondrula tridens* faj jelenik meg, a *Pupilla triplicata* viszont egyetlen mintában sem fordul elő. A fauna másik jelentős részét a nagy tűrőképességű elemek adják (38,6%), némileg kiemelkedik közülük az interstadiális, enyhébb szakaszokban jellemző *Vallonia costata*. Elvértve egy-egy szubhigrofil, nyílt területen élő faunaelem is megjelenik, egyetlen mintában egy példány erejéig pedig a vízi (mocsári) *Anisus spirorbis* faj is. Ez utóbbi feltehetően egy időszakos állóvíz lakója lehetett (HUM 1999). A fentiek alapján a területen az adott időszakban az üledékképződés nagyon enyhe ( $T_{July}^{\circ}$ :  $\sim 17,5^{\circ}C$ ) (46. ábra), közepesen nedves klímán, nyílt vegetációval borított területen történhetett.



A 2,00-3,00 m között (VT3MZ-2.) (20-22. minta) elkülönített paleoökológiai szakasz egyed- és fajszáma is magasabb az előzőnél. A Mollusca-fauna összetételében is jelentős változás áll be a mezofil fajok arányának drasztikus emelkedésével (76,9 %). A csoporthoz tartozó, enyhébb periódusokban jellemző *Vallonia costata* faj adja a fauna felét (49%). A termofil elemek visszaszorulnak, csupán a fauna 18 %-át teszik ki, domináns elem közöttük a *Chondrula tridens* és az ebben a zónában megjelenő *Pupilla triplicata* faj. Az előző szakaszhoz képest nagyobb számban fordulnak elő a szubhigrofil elemek és megjelenik a higrofil, hidegtűrő *Trichia hispida*, valamint egyetlen mintában a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő *Punctum pygmaeum* faj is. Mindezek alapján a fenti, önálló ökosztratigráfiai szakaszt (SÜMEGI és KROLOPP 1995) képviselő zóna üledékeinek akkumulálódása során enyhe ( $T_{July}^{\circ}$ : ~16,5-17 °C), némileg csapadékosabb klíma uralkodott. A növényzet az előző szakaszhoz képest zártabbá vált, mozaikszerűen bokros-erdős életterek jelenhettek meg.

Az 0,00-4,50 m között települt üledékeket feltáró második szelvénytag (9-19. minta) az adatok alapján paleoökológiai szempontból három zónára tagolható.

A 3,60-4,50 m közötti szakasz (VT2MZ-1.) (18-19. minta) egyed- és fajszáma feltehetően az intenzív kilúgozódás következtében alacsony. Malakofaunájának több mint 3/4-ét a xerotherm elemek teszik ki, míg a fennmaradó alig 1/3 részt az euryök fajok adják. Egyéb faj nem is fordul elő a faunában. Ez alapján elmondható, hogy a zónát alkotó rétegek képződése meleg klímán, nyílt vegetációval borított, füves sztyepp területen mehetett végbe.

A 2,40-3,60 m közötti zóna (VT2MZ-2.) (15-17. minta) egyed- és fajszáma továbbra is alacsony. A Mollusca-faunában a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok az előző szinthez képest csökkent aránnyal vannak jelen, de így is annak 51,6 %-kát teszik ki. Ezzel szemben a széles toleranciájú, mezofil elemek számaránya megnövekedve a 38 %-ot is némileg meghaladja. Néhány példány erejéig megjelennek a szubhigrofil, nyílt területen élő faunaelemek, valamint egy Clausilida csúcs is előkerült. Feltételezhető tehát, hogy a klíma továbbra is nagyon enyhe lehetett, valamint az üledékképződési környezet vegetációs viszonyai sem változtak számottevően az előző szakaszhoz képest.

Az 0,00-2,40 m közötti szakasz (VT2MZ-3.) (9-14. minta) malakofaunája mind egyedszámát, mind fajsámát tekintve gazdagnak mondható. A nagy ökológiai tűrőképességű fajok dominanciája (65,6 %) jellemzi a faunát, a csoporton belül kiemelendő az inter-szakaszokban jellemző *Vallonia costata*, melynek aránya 30 %, valamint a *Pupilla muscorum* faj (33,4 %). A fauna másik jelentős alkotói a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek a csoport 28,3%-os arányával. Kiemelhető közülük a *Pupilla triplicata*, a *Chondrula tridens* és a *Helicopsis striata*



fajok. További fontos faunaalkotók a szubhigrofil elemek (2,2 %), valamint a higrofil, hidegtűrő *Trichia hispida* faj (2,2 %). A periódus vége felé több mintában megjelennek a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő fajok is. Megjegyzendő, hogy a faunaösszetétel nagyon hasonló képet mutat a harmadik szelvénytag megfelelő szintjével (2,00-3,00 m). A fentiek alapján megállapítható, hogy a vizsgált löszkötegek lerakódása az előző periódushoz képest némileg hűvösebb, de továbbra is enyhe ( $T_{\text{july}}^{\circ}$ : ~16,9-17,2 °C), nedvesebb klímán, ezúttal azonban zártabb növényzet (fás, facsoportokkal tagolt füves sztyepp) mellett mehetett végbe.

A 0,40-3,90 m közötti löszrétegeket feltáró első szelvénytag (1-8. minta) öskörnyezeti szempontból két zónára osztható.

A 2,40-3,90 m közötti szakasz (VT1MZ-1.) (6-8. minta) egyed- és fajszáma alacsony. A fauna több mint felét (51,4 %) a széles toleranciájú (euryök) fajok teszik ki, 1/4-ét pedig a termofil, xerotherm elemek adják. További 1/10-ét a szubhigrofil, nyílt területen élők képezik. Néhány példány erejéig megjelennek higrofil, hidegtűrő fajok, valamint a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek közül a *Punctum pygmaeum* és egyetlen példányban az erdei *Clausilia pumila* faj is. A fentiek alapján enyhe, közepesen nedves klíma, valamint jobbra nyílt, facsoportokkal tagolt vegetáció feltételezhető.

A 0,80-2,40 m közötti szakasz (VT1MZ-2.) (1-5. minta) faunája egyed- és fajsámát tekintve igen gazdagnak mondható. A malakológiai anyag majd felét (48 %) a mezofil fajok teszik ki, domináns elemek a *Pupilla muscorum* és a *Vallonia costata*, de abban már az *Orcula dolium* faj is megjelenik. A fauna 1/5-ét a higrofil, hidegtűrő csoport képezi, amelyen belül a *Trichia hispida* faj 18,6 %-ot képvisel. Mellette egy példány erejéig megjelenik az euroszibériai *Carychium cf. minimum* faj is. Az anyag további 12,8 %-át a szubhigrofil, nyílt területen élők adják, domináns elem a *Vitrea crystallina*. A melegkedvelő, szárazságtűrő fajok csupán a fauna 12,5 %-át teszik ki. A *Granaria frumentum* faj a teljes rétegsort tekintve a periódus elejét reprezentáló mintában fordul elő a legnagyobb számban. További 5,8 %-ot képeznek a nagyobb növényzeti borítottságot igénylő elemek (*Clausilia dubia*, *Arianta arbustorum*, *Punctum pygmaeum*). Az egyik mintában az utóbbi, szintjelző *Punctum pygmaeum* faj 8,9 %-os aránnyal éri el megjelenésének csúcsát. Megemlítendő, hogy egy-egy példány erejéig két erdei faj, a *Clausilia pumila* és a dél-, délkelet-európai elterjedésű *Orcula doliolum* is előfordul a faunában. Ez utóbbi azonban feltehetően recens héj lehet. A fentiek alapján megállapítható, hogy az adott időszak üledékakkumulációja már átlagos júliusi középhőmérsékletű ( $T_{\text{july}}^{\circ}$ : ~15,9-16,2 °C), nedves klímán, zártabb erdősztyepp vegetáción mehetett végbe.



A rétegtani következtetések szempontjából igen fontos tény, hogy a rétegsor egy bizonyos részének megmintázására nem került sor. Erről a szakasról tehát információ sincs.

A második és harmadik szelvénytag által feltárt szelvényekből előkerült faunákban jelentős szerepe van a melegkedvelő, szárazságtűrő és a mezofil fajoknak, a paleotalajok feletti löszben pedig a szubhigrofil, higrofil és nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő fajok is megjelennek. (Megfigyelhető, hogy a második és harmadik szelvénytag faunái adott szintekben – ahol a két szelvény között átfedés van – jól egyező malakológiai adatokat szolgáltatnak.) A kettős paleotalaj horizont és a faunák pontos besorolása nem adható meg, mindenesetre valószínűsíthető, hogy itt tulajdonképpen középső-pleisztocén képződményekről van szó.

A rétegtani besorolás szempontjából nagy valószínűséggel elmondható, hogy az első szelvénytag (1-8. minta, 0,80-3,90 m között) faunái a *Semilimax kotulai* szubzónába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolhatók, tehát a rétegsor ezen szakasza már felső-pleisztocén üledékeket tár fel. Ezt az időbeli „ugrást” részben sajnos a fent említett körülmény, a rétegsor egy viszonylag jelentős szakasza megmintázásának technikai okok miatti elmaradása is okozza. A 2,40-3,90 m közötti szint a kevés adat miatt biosztratigráfiailag nehezebben besorolható, valószínűleg a *Vallonia costata* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) tartozhat. Makroszkóposan kevésbé jól megfigyelhető, de a geokémiai adatok tanúsága szerint úgy tűnik, hogy az adott zónában (6-7. minta) egy embrionális talajszint ( $V_3$ ) található, amely rétegtani helyzetét tekintve a Dunaújváros-Tápiósülyi Lössösszlet alsó humuszos ( $h_2$ ) horizontja (PÉCSI 1993) lehet. Kora 20-22.0000 BP évek közé tehető (SÜMEGI és KROLOPP 1995).

A malakológiai anyag jellegzetességei (például a sztratigráfiai jelentőségű *Punctum pygmaeum* faj jelenléte és a faunaösszetétel) arra engednek következtetni, hogy az 1,60-2,40 m közötti szint a *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonulába, míg a 0,80-1,60 m közötti szakasz már a *Pupilla sterri* zonulába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) tartozhat. A *Punctum pygmaeum* faj dominanciacsúcsával jellemezhető szakasz feletti löszrétegekből hasonló összetételű faunákat mutatott ki HUM (2001) is hat délkelet-dunántúli feltárás esetén. A faunákban ebben a szintben sehol sem jelennek meg hidegtűrő fajok, a jellegzetességeik szerint azok közelebb állnak a *Columella edentula* zonula faunájához (HUM 2001). Az 1,60-2,40 m közötti szint biosztratigráfiai besorolása alapján feltehető, hogy az adott zónában megjelenő embrionális talajszint a Dunaújváros-Tápiósülyi Lössösszlet felső ( $h_1$ ) humuszos horizontja (PÉCSI 1993) lehet.



## 6.11. A beremendi feltárás

### 6.11.1. A beremendi feltárás elhelyezkedése és a szelvény makroszkópos (litofaciológiai) leírása

A szelvény a Beremendi Cement Művek Beremend peremén, a Szőlő-hegyen lévő bányaudvarának egyetlen, nem bolygatott negyedidőszaki rétegsort feltáró ÉNy-i részén (18. kép), az ipari út mellett (a víztorony közelében, kissé északra) lett kialakítva (é.sz.: 45°47,59'; k.h.: 18°26,37'), melynek tengerszint feletti magassága 125 méter (47. ábra). A feltárás 11,60 méter vastagságban tárja elénk az adott üledéksort (13. és 14. kép). A feltárásban tektonikai elmozdulásra utaló nyom nem fedezhető fel. A rétegek dőlése nem mérhető, néhány fokkal eltér a vízszintestől. Az üledék elválása függőleges, oszlopos, hasadási lapjai 10-12 cm-re vannak egymástól.

A szelvény bázisán 10,65-11,60 m között barnássárga (10YR 6/6) lösz települ, melyben elvértve vörösesbarna üledékekkel kitöltött krotovinák találhatók. E felett 10,25-10,65 m között sárgászöld (5YR 5/6) paleotalaj (B<sub>1</sub>) helyezkedik el, alsó határa elmosódó, felső határa azonban élesnek mutatkozik. Ez a szelvény adott pontján réteghiányra utalhat. A fosszilis talajszintre 9,40-10,25 méter között ismét egy nagyon halvány barna (10YR 7/4) löszköteg települ, melynek felső, közvetlenül a felette települő paleoszol réteggel határos részén ökölnyi, 10-15 cm átmérőjű mészkonkréciók nyomozhatók (15. kép). A löszre 7,80-9,40 méter között durva, morzsalékos szerkezetű, sárgászöld (5YR 5/6) színű őstalajszint (B<sub>2</sub>) következik, melynek alsó és felső határa is elmosódó. E felett 6,50-7,80 méter között barnássárga (10YR 6/6) színű lösz települ. Mátrixában apró mészcsovek és szineretikus repedésekkel tagolt löszkonkréciós horizont található. 4,90-6,50 méter között sárgászöld színű (5YR 4/6) paleotalaj réteg (B<sub>3</sub>) található, melynek felső része kissé világosabb, alsó része sötétebb, barnás színezetű (16. kép). Egyértelműen kettős osztatú. Felső határával élesen elválik a felette települő rétegtől, ami ismét üledékhiányra enged következtetni. A paleoszol rétegre 2,85-4,90 méter között barnássárga színű (10YR 6/6) löszköteg települ, melynek alsó fele távolabbról világosabb sárga, felső része sötétebb, enyhén barnás árnyalatú. Mátrixában (4,00 méter körül) a legkülönbözőbb méretű, de jobbára 2-5 cm átmérőjű mészkonkréciók fedezhetők fel (17. kép).

1,90-2,85 méter között barna színű (7,5YR 5/4), durva szerkezetű, fosszilis talajhorizont (B<sub>4</sub>) tagolja a rétegsort, melynek alsó és felső határa elmosódó. E felett 0,50-1,90 m között durva szerkezetű barnássárga lösz települ. Az üledéksort egy bitumendarabokat, kavicsokat tartalmazó, talajosodott, kevert anyagból álló, bolygatott üledékréteg zárja.



### 6.11.2. A beremendi feltárás szedimentológiai vizsgálati eredményei

A rétegsorból 11 minta adata állt rendelkezésre. A durva és nagyon durva kőzetliszt frakció aránya 35-59% közötti (48. ábra, 10. táblázat). A korábban képződött löszökben 35-46%, a később képződöttek esetén 47-51%. A paleotalajoknál 42-47%, de a B<sub>1</sub> őstalajnál csupán 35, míg a B<sub>2</sub> esetén egy mintában 59%. A 0,002 mm alatti agyagfrakció aránya a löszöknél 2,5-6% közötti, de a paleotalajoknál is csupán 4-5,5% körüli. A nagyon finom, illetve a finom és közepes szilt frakció mennyisége 17-36% közötti, de általában 30% alatti, míg a paleotalajoknál 22 és 32% között mozog. A 0,0625 mm feletti homokfrakció aránya a löszökben 10-27% közötti, a paleotalajokban 12-23% között változik. Itt kell megjegyezni, hogy néhány minta összesen értékei 90% körüliek vagy az alattiak, tehát ezen esetekben az adatok torzítanak.

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei a löszökben 12,1 és 36,8  $\mu\text{m}$  közöttiek, átlagosan 16-21,5 mikron körüliek. A paleotalajokban 16-21 mikrométer közöttiek, egy esetben (B<sub>4</sub> paleotalaj) 27 mikron jelenik meg az adatsorban. Ez valószínűleg a torz értékeknek köszönhető. A szórás ( $\sigma_1$ ) 1,42-2,06 közötti, tehát az üledékek gyengén illetve igen gyengén osztályozottak. A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,03-0,49 közötti, általában 0,2-0,4 körüli, tehát a szemcseösszetételi görbék többnyire pozitív ferdeségűek (egy-egy esetben igen pozitív ferdeségűek vagy közel szimmetrikusak), ami a nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei 0,88-1,53 közöttiek, de általában 1,00-1,25 körüliek. Ez alapján a görbék jó része mezo- és leptokurtikus, azonban előfordul egy platykurtikus görbe is.

Összefoglalva elmondható, hogy a vizsgált löszök gyengén osztályozott üledékek, amelyek (főként az idősebb löszök) magasabb mennyiségű finom frakciót tartalmaznak. A paleotalajokban nem mutatható ki kiugróan magas agyagtartalom. A mállás az idősebb löszkötegeket és a paleotalajokat érintette legintenzívebben.

### 6.11.3. A beremendi feltárás geokémiai vizsgálati eredményei

A szelvény a geokémiai információk alapján 14 zónára tagolható (49. ábra, 20. táblázat). A rétegsor bázisát alkotó, 11,20-11,60 m között települt üledékek (BGKZ-1.)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma igen magas. A  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  mennyisége minimumot mutat. A nyomelemek között a Cu, Zn, Rb koncentráció maximumot mutat. A Ba tartalom eléri az 513 ppm-et, ami a legmagasabb mért érték a vizsgált rétegsorok üledékeinél. A Sr mennyisége meglehetősen alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$



arány igen alacsony, míg a  $K_2O/Na_2O$  arány kiugróan magas. Ez utóbbi a magas kálium és igen alacsony nátrium tartalom eredménye. A Na erősen oldható és sokkal mobilisabb a mállás során, mint a K. A kezdeti felhalmozódást követően az erősebben mállott üledékekben a Na mennyisége már csökken (HUM 2002). Ez tapasztalható az adott szintben is. Az előzőek alapján világosan rögzíthető, hogy az adott zónát alkotó üledékek igen erőteljes málláson és kilúgozódáson estek át.

A következő, elemösszetételében elkülönülő, 10,80-11,20 m közötti zóna (BGKZ-2.) üledékeinek  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO$ ,  $K_2O$  tartalma csökkent, de továbbra is az átlagosnál némileg magasabb. A foszfor, Na mennyisége kissé, a kalciumé nagyobb mértékben növekedett, míg a Mg aránya tovább csökkent. A nyomelemek (Zn, Rb, Ba, Pb) koncentrációja is alacsonyabb az előző szintben kimutatott értékekeinél. A Cu, Zr és Sr tartalom emelkedett. A  $CaO/MgO$  arány igen magas, a  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  és a Sr/Ba arány az átlagosnál kissé alacsonyabb. Mindezek alapján elmondható, hogy az előző szinthez képest a mállás intenzitása némileg csökkent, de továbbra is az átlagost kissé meghaladó maradt.

A 10,40-10,80 m közötti szint (BGKZ-3.) geokémiai eredményei az előzőekhez viszonyítva egészen különlegesek. A főkomponensek között a  $CaO$  tartalom (39,80%) majdnem eléri a  $SiO_2$  mennyiségét. Ez minden bizonnyal annak köszönhető, hogy az adott zóna felett települt, rendkívül jól fejlett őstalaj szintből az intenzív kilúgozódás és mállás hatására a kalcium-karbonát kimosódott és a vizsgált szintben feldúsulva egy karbonát-felhalmozódási horizontot képezett. A többi főkomponens és nyomelem mennyiségi változása, a rendkívül magas  $CaO/MgO$ ,  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  és Sr/Ba arány alacsony fokú mállásra utalnak, ezekre a feltehetően torz adatokra hagyatkozva azonban nem vonhatók le elfogadható következtetések.

Az e feletti, 10,00-10,40 m közötti geokémiai zóna (BGKZ-4.) üledékeinek  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $TiO_2$ ,  $MnO$ ,  $K_2O$  tartalma extrém magas. A  $P_2O_5$  és a  $Na_2O$  mennyisége meglehetősen alacsony, hasonlóan a  $CaO$  és a  $MgO$  aránya is minimumot mutat. A Cu, Zn, Rb, Zr, Ba koncentráció igen jelentős, míg a Sr tartalom minimumot ér el. A  $CaO/MgO$ , a  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  és a Sr/Ba arány rendkívül alacsony (0,55, 0,26 és 0,20), a  $K_2O/Na_2O$  arány maximumot mutat (4,00). A geokémiai adatok alapján igen intenzív mállás és pedogenezis rögzíthető az adott szintben. A szelvényben itt makroszkóposan is megfigyelhető, jól fejlett, fosszilis talajszint ( $B_1$ ) található.

A kémiai elemek összetételének változásai 9,60-10,00 m között egy újabb geokémiai zóna (BGKZ-5.) kijelölését teszik szükségessé. A szint által feltárt löszkötegekben a



főkomponensek jó részének ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ) mennyisége ugyan csökkent az előző zóna értékeihez viszonyítva, de továbbra is magas maradt. A  $\text{P}_2\text{O}_5$  és a  $\text{Na}_2\text{O}$ , valamint a  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  aránya is növekedett, ezek azonban továbbra is alacsony értékeknek tekinthetők. Hasonló a helyzet a nyomelemeknél is, ahol a Pb és Sr kivételével szinte minden elem koncentrációja – kis mértékben ugyan, de – csökkent. Míg a  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány magas, addig a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány viszonylag alacsony. Az előzőekből kiderül tehát, hogy a mállás és kilúgozódás intenzitása csökkent ugyan, de továbbra is jelentős maradt. A vizsgált üledékek erősen mállottak.

Az erre települt, 9,20-9,60 m közötti zónát (BGKZ-6.) alkotó üledékek geokémiai adathalmazának értékelése hasonló nehézségekbe ütközik, mint a 10,40-10,80 m közötti szinté. Ebben a zónában a  $\text{CaO}$ , a maga 60,50%-os mennyiségével a legnagyobb arányban van jelen a főkomponensek közül. A többi adat így torz, ugyanis a teljes közetösszetétel zárt összeg hatása miatt a többi elem koncentrációja ellenkező irányba tolódik el, ezért az adott elem hígító hatása elfedi a fő- és nyomelemek természetes változékonyságát. A nyomelemeknél a Ni és Sc adatai esetén 0 ppm-et találunk, bár ezen két elem értékei a módszereknél leírtak miatt eddig sem lettek figyelembe véve. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  és a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arányok extrém magasak (44,49 és 11,01), de a Sr/Ba arány is magas (0,67). A kiemelkedően magas kalcium tartalom magyarázata ismét az adott zóna feletti talajszintből történt drasztikus kioldódás és a vizsgált szintben való másodlagos felhalmozódás lehet. A makroszkópos megfigyelések szerint a löszben itt egy igen erőteljesen fejlett, 10-15 cm-es mészkonkréciókat tartalmazó horizont nyomozható. Az adott zónát felépítő üledékekre vonatkozólag további megalapozott következtetések nem tehetők.

A 7,60-9,20 m közötti zóna (BGKZ-7.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  és  $\text{K}_2\text{O}$  tartalma rendkívül magas, a  $\text{P}_2\text{O}_5$  és a  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége viszont alacsony. A  $\text{CaO}$  aránya itt éri el szelvénybeli minimumát, hasonlóképpen a  $\text{MgO}$  tartalom is igen alacsony. A nyomelemek között a Cu, Zn, Rb, Ba koncentrációja extrém magas. A Zr és Pb tartalom itt éri el szelvénybeli maximumát, a Sr koncentráció pedig a minimumát. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány is itt a legalacsonyabb a rétegsorban (0,53-0,63, 0,25-0,27 és 0,20-0,22). A geokémiai adatok alapján megállapítható, hogy a mállás és kilúgozódás extrém magas intenzitású lehetett az adott szint üledékeinek képződése során. A pedogenezis itt egy igen vastag, rendkívül jól fejlett paleotalaj ( $\text{B}_2$ ) szintet hozott létre.

Az erre települt, 6,40-7,60 m között elkülöníthető geokémiai zóna (BGKZ-8.) löszrétegeinek főkomponensei közül a  $\text{SiO}_2$  mennyisége néhány százalékkal, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  és  $\text{K}_2\text{O}$  tartalom csak igen kis mértékben csökkent. A foszfor, a Na, Ca és Mg aránya némileg



növekedett. Az előzőekkel párhuzamosan a nyomelemek jó részének koncentrációja csökkent, de mennyiségük továbbra is igen magas. A Sr tartalom növekedett. A CaO/MgO arány viszonylag magas, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány az átlagosnál jóval alacsonyabb. Ezek a geokémiai értékek szinte paleotalajokra jellemző paraméterek, tehát a mállás erőteljesen érintette ezeket a löszkötegeket.

A 4,80-6,40 m között kijelölt zóna (BGKZ-9.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO és  $\text{K}_2\text{O}$  tartalma ismét rendkívül magas. A  $\text{P}_2\text{O}_5$  és a  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége alacsony, szintúgy a CaO és MgO aránya is minimumot mutat, ami az intenzív kioldódás eredménye. A Cu, Zn, Rb, Zr, Pb koncentráció igen magas, a Sr tartalom rendkívül alacsony. A CaO/MgO, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány extrém alacsony (0,49-1,26, 0,25-0,36 és 0,20-0,24). A  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány 2,48-3,11 között mozog, ami magas értéknek számít. A fentiek alapján elmondható, hogy a mállás és kilúgozódás a szelvényen belül ebben a zónában egy ismételt maximumot ért el. Az intenzív talajképződés révén itt egy erősen fejlett, nagy vastagságú talajszint ( $\text{B}_3$ ) alakult ki, amelynek többosztatúsága a geokémiai adatokban is megmutatkozik. Eszerint a talajszint legfelső zónája kevésbé mállott, mint az alsóbb rétegek.

A paleoszol réteg felett, 3,20-4,80 m között újabb geokémiai zóna (BGKZ-10.) határolható le. A löszrétegekben a főkomponensek közül a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO és  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége jelentősen csökkent, ezzel szemben a  $\text{P}_2\text{O}_5$  és a  $\text{Na}_2\text{O}$  tartalom megnövekedett. A Ca aránya nagymértékben, a Mg aránya kisebb mértékben megemelkedett az előző szint értékeihez viszonyítva. A nyomelemeknél hasonló változások rögzíthetők, miszerint a Cu, Zn, Rb, Zr, Ba, Pb és Ce koncentráció jelentősen csökkent. A Sr tartalom viszont meghaladja a 180 ppm-et. A CaO/MgO arány 3,63-4,70 között mozog, ami magas értéknek számít. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány átlagos értékeket mutat (1,11-1,36 és 0,48-0,50), míg a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány értéke 1,62-1,75 közöttire csökkent. Megállapítható tehát, hogy a mállás erőssége jelentősen csökkent és közepesen intenzíven érintette az adott zóna üledékeit.

Az elemösszetételben újabb változás detektálható a 2,80-3,20 m közötti szintben (BGKZ-11.). A  $\text{SiO}_2$  aránya tovább csökken és eléri a 53,45%-ot. Emellett az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , FeO,  $\text{TiO}_2$ , MnO,  $\text{K}_2\text{O}$  és  $\text{Na}_2\text{O}$  mennyisége is igen alacsony értéket vesz fel. A foszfor tartalom átlagos. A Ca aránya igen magas, míg a Mg mennyisége csökkent az előző szinthez viszonyítva. A nyomelemek egy részének (Rb, Zr, Pb) koncentrációja csökkent, másik részének (Cu, Zn, Ba) mennyisége nem változott. A Sr tartalom igen kis mértékben emelkedett. A CaO/MgO és a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány igen magas, a Sr/Ba arány átlagos értékeket mutat. A geokémiai információk alapján elmondható, hogy a mállás és kilúgozódás alacsony fokúvá



vált az adott zónát felépítő üledékek keletkezése idején. A szint löszkötegei gyengén mállottak.

Az 1,60-2,80 m közötti zóna (BGKZ-12.) üledékeinek  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  és  $\text{K}_2\text{O}$  tartalma ismét nagy mértékében megnövekedett. A  $\text{CaO}$  és a  $\text{MgO}$  mennyisége csökkent. A nyomelemek között a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$  koncentrációja magas, a  $\text{Sr}$  tartalom viszonylag alacsony. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány az 5. számú mintában alacsony, a másik két mintában viszonylag magas. A  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány alacsony. Az adatokat vizsgálva kiderül, hogy a mállás intenzitása a három minta által feltárt paleotalaj szint ( $\text{B}_4$ ) közepén volt a legnagyobb, annak alsó és felső részén valamivel gyengébb.

A fosszilis talajsintre 0,80-1,60 m között települt löszrétegek (BGKZ-13.) főkomponenseinek és nyomelemeinek mennyiségi adatai szinte teljesen megegyeznek az előző szint felső mintájának (4. minta) értékeivel. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány némileg magasabb értékeket mutat, a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány viszont szinte teljesen megegyezik az említett mintáéval. Mindezek alapján elmondható tehát, hogy a vizsgált löszök lerakódása idején a mállás és kilúgozódás majdnem olyan intenzív volt, mint az azt megelőző talajképződési periódus záró szakaszában lehetett. A löszrétegek erősen mállottak.

A rétegsort záró, 0,40-0,80 m között települt üledékek (BGKZ-14.)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  tartalma közepes, míg az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  és  $\text{K}_2\text{O}$  mennyisége az átlagot némileg meghaladja. A  $\text{Ca}$  aránya növekedett az előző szint értékeivel összevetve. A  $\text{Zr}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{Pb}$  koncentrációja tovább csökkent, a  $\text{Cu}$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{Rb}$  és  $\text{Sr}$  mennyisége alig változott az előző zóna adataihoz képest. A  $\text{CaO}/\text{MgO}$  arány itt már magas (4,41), a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány átlagos (0,99), a  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány pedig továbbra is alacsony (0,35). A fent leírtak alapján megállapítható, hogy a mállás intenzitása tovább csökkent, az adott zónát alkotó üledékek közepesen mállottak.

Az elemösszetétel változásai alapján jól látható, hogy a mállás négyes maximumot mutat, amelyek természetesen egybeesnek a fosszilis talajsintek megjelenésével. A négy talajképződési periódus közül egyébként a geokémiai adatok tanúsága szerint az utolsó volt a legkevésbé intenzív. Fontos kiemelni, hogy a geokémiai információk alapján a löszrétegeket is közepes vagy erős mállás és kilúgozódás érintette. Csupán egyetlen – a 2,80-3,20 m közötti – szint löszei gyengén mállottak.



## 6.11.4. A beremendi feltárás malakológiai vizsgálati eredményei

A rétegsorból származó Mollusca-fauna 2228 egyede 28 szárazföldi és 2 vízi faj között oszlott meg (33. és 34. táblázat). A szelvény paleoökológiai szempontból az alábbi zónákra osztható (50. ábra).

A 10,40-11,60 m közötti szakasz (BMZ-1.) faunájának egyedszáma és fajszáma is alacsony. Az anyag statisztikus feldolgozásra kevésbé alkalmas, ennek ellenére igen értékes rétegtani, kronológiai és öskörnyezeti információkat tartalmaz. Ebből a zónából került elő ugyanis a korjelző *Neostyriaca corynodes* faj egyetlen példánya. Az adatok szerint ez a faj a középső-pleisztocén riss glaciálisában élt utoljára területünkön, előfordulása hazánkban általában a gerinces sztratigráfia szerinti felső-bihari és oldenburgi őslénytani szintekhez köthető. Alsó- és felső-pleisztocén löszökből eddig nem került elő (KROLOPP 2003). Az eddigi megállapítások szerint az adott faj kísérőfaunája az idősebb középső-pleisztocén üledékekben enyhe illetve mérsékelt hűvös klímát jelez, míg a fiatalabb középső-pleisztocén képződményekben a *Neostyriaca corynodes* hűvös vagy hideg klímára utaló „lössfauna” tagja (KROLOPP 1994). A 10,40-10,80 m közötti szintből előkerült *Neostyriaca* kísérőfaunájában egyetlen hidegjelző fajt sem lehetett kimutatni, sőt annak legnagyobb részét a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok adják (főként a *Helicopsis striata*), tehát ez a tény idősebb középső-pleisztocén kort sejtet. A malakológiai anyagban a termofil fajokon kívül a nagy ökológiai tűrőképességű fajok is fontos szerepet játszanak, domináns elem a *Vallonia costata*. A szubhigrofil, nyílt területre jellemző, a higrofil, hidegtűrő és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek a fauna ötödét teszik ki. A fentiekből megállapítható, hogy az adott szakaszt képviselő lösz bokros-erdős életterekkel mozaikszerűen megszakított füves sztyepp vegetációval borított területen, nedvesebb, átlagosnál magasabb hőmérsékletű ( $T_{July}^{\circ}: \sim 16-17^{\circ}C$ ) klímán halmozódhatott fel (51. ábra). A *Neostyriaca corynodes* faj előfordulása és a kísérőfauna jellege alapján az üledék kora az idősebb középső-pleisztocénre (mindel glaciális) tehető.

A 10,00-10,40 m közötti paleoökológiai zónából (BMZ-2.) egyetlen faj egyetlen példánya került elő, tehát így az értékelhetetlen. Mindez valószínűleg az igen intenzív héjkioldódás következménye lehet.

A 9,20-10,00 m közötti szakaszt (BMZ-3.) alkotó löszből előkerült fauna ismét szegény, komolyabb statisztikus kiértékelése nem végezhető el, néhány jellegzetessége azonban felvázolható. A fauna nagy részét a termofil, másik részét a nagy tűrőképességű elemek adják. Néhány példány erejéig a higrofil, hidegtűrő és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő, valamint az erdei fajok is megjelennek. Ez utóbbi csoport képviselője a közép-



európai, alpi-kárpáti *Ena montana* is. A fauna egyértelműen nagyon enyhe klímára utal, ahol az üledékképződés zártabb vegetációval borított térszínen zajlott.

A 7,80-9,20 m közötti zónát (BMZ-4.) alkotó paleotalajból előkerült malakofauna egyed- és fajszáma ismét rendkívül alacsony, az csupán néhány termofil, xerotherm, valamint euryök fajból áll, oka ismét a pedogenezis során végbement kioldódás lehet. Valószínű, hogy a talajképződés nagyon enyhe klímán ment végbe.

A 6,40-7,80 m közötti szakasz (BMZ-5.) löszkötegeiből előkerült malakológiai anyag egyedszáma egyetlen mintában közelíti meg a 100-at, a többi esetben 50 alatti. Az előbbi mintában fordul elő 7 példánnyal a korábbi vizsgálatok szerint a würm<sub>2-3</sub> interstadiálisban jellegzetesen előforduló (SÜMEGI és KROLOPP 1995) *Catinella arenaria* faj. A faunában egyébiránt kizárólag két csoport, a melegkedvelő, szárazságtűrő (domináns elem a *Helicopsis striata*) és a némileg magasabb arányban jelen lévő nagy ökológiai tűrőképességű csoport fajai (*Vallonia costata* és *Pupilla muscorum*) jelennek meg. Mindezek alapján feltehető, hogy az üledékek akkumulációja enyhe, sőt nagyon enyhe ( $T_{July} > 17\text{ °C}$ ) klimatikus körülmények között, nyílt, füves vegetációval borított területen ment végbe.

A 4,80-6,40 m közötti szint (BMZ-6.) faunája statisztikusan értékelhetetlen. Néhány példány erejéig a termofil és a mezofil elemek, valamint két vízi faj jelennek meg. Ez utóbbiak számára feltehetően egy időszakos állóvíz szolgálhatott élőhelyül (HUM 2001). Az alacsony egyedszám miatt minden megállapítás bizonytalan a szinttel kapcsolatban, mégis feltehető, hogy az ebben az időszakban lezajlott pedogenezis enyhe, nedves klímán mehetett végbe.

A 2,80-4,80 m közötti zóna (BMZ-7.) üledékeiből faj- és egyedszámát tekintve gazdag, statisztikusan is értékelhető fauna került elő. A malakológiai anyag kissé több mint 70 %-át a nagy tűrőképességű fajok adják, domináns elem az enyhébb szakaszokban jellemző *Vallonia costata* (62,4 %). A fauna majd ¼-ét a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek (főként a *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*, *Granaria frumentum* és *Pupilla triplicata*) teszik ki. Megjelennek továbbá a szubhigrofil, nyílt területen élő, a higrofil, hidegtűrő, valamint a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek is. Két mintában a vízi *Anisus spirorbis* faj is előfordul. Ezek alapján megállapítható, hogy az előző szakaszhoz képest az ökológiai viszonyok megváltoztak. Az üledékképződés továbbra is nagyon enyhe klímán ( $T_{July}^{\circ}: \sim 17-17,3\text{ °C}$ ), azonban jóval zártabb, bokros, erdős sztyeppvegetáció mellett ment végbe.

Az 1,60-2,80 m közötti paleoökológiai szakaszból (BMZ-8.) előkerült fauna egyedszáma ismét alacsony. A malakológiai anyag több mint felét az euryök fajok és mintegy 1/3-át a termofil elemek adják. Egy-egy példány erejéig előfordulnak a szubhigrofil, nyílt területen élő, valamint a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő fajok. Feltehető, hogy az üledékek



felhalmozódása az előző szakaszhoz viszonyítva hasonlóan enyhe, nyíltabb vegetáció mellett zajlott.

A 0,40-1,60 m közötti szint (BMZ-9.) malakofaunája egyedszáma egy minta esetében közelíti meg a 100-at. A fauna kissé több mint 40 %-át a nagy tűrőképességű fajok, mintegy 35 %-át pedig a termofil elemek adják. Megjelennek továbbá a szubhigrofil, a hidegtűrő, higrofil (köztük egy példány erejéig a *Columella edentula*) és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő fajok is. Mindezek alapján feltehető, hogy kissé hűvösebb, még mindig átlagos-enyhe klímán, zártabb vegetációval borított területen mehetett végbe a fedő rétegek felhalmozódása.

A beremendi rétegsor faunáját tekintve érdekes, hogy abban egyetlen hideghullámot jelző faj sem jelenik meg, végig enyhe klímára utaló „társaságot” figyelhetünk meg. A paleotalajok jellegzetes, erőteljes kifejlődésű horizontok és nem csak gyenge, lokális talajosodás termékei. A makroszkópos megfigyelések és a vizsgálatok eredményei alapján feltételezhető, hogy a rétegsorban több réteghiány is jelentkezik.

A sztratigráfiai besorolás tekintetében egyértelműnek tűnik, hogy a legalsó löszköteg (10,40-11,60 m között) a *Neostyriaca corynodes* előfordulása és a kísérőfauna jellege alapján idősebb középső-pleisztocén, valószínűleg a mindel glaciális alatt létrejött képződmény. A két alsó paleotalaj zóna (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) az előzőleg vizsgált feltárásokban megfigyelt talajoktól színében, szerkezetében, jellegében és genetikájában is igen eltérő fosszilis talajszint. Valószínűleg barna erdőtalajok, amelyek a Paksi Löss Formáció felső szakaszába sorolhatók. Párhuzamosításuk szempontjából a Ph<sub>1-2</sub> őstalaj jöhet szóba, melynek kora PÉCSI (1995, 1998) szerint 360-380 ezer illetve 440-460 ezer év. A legalsó löszköteg képződése tehát ennél korábban, 460-500 ezer BP év körül mehetett végbe. A kőzetarculati jegyeket figyelembe véve egyébként úgy tűnik, hogy az alsó talajhorizont (B<sub>1</sub>) felett réteghiány van, annak felső része erodálódott.

A B<sub>2</sub> paleotalaj felett települt lösz alsó szintjéből (7,20-7,60 m) származó mintában fordul elő 7 példánnyal a korábbi vizsgálatok szerint a würm<sub>2-3</sub> interstadiálisban jellegzetesen előforduló (SÜMEGI és KROLOPP 1995) *Catinella arenaria* faj. A faj eddig csupán a magyarországi felső-pleisztocén üledékekből került elő (KROLOPP 2003), idős löszökből csupán néhány bizonytalan előfordulása ismert, s nem egyértelmű a példányok adott fajhoz való tartozása (KROLOPP ex. litt.). A jelen vizsgálatok szerint az adott löszréteg középső-pleisztocén korú és semmiképpen sem felső-pleisztocén, ami arra hívja fel ismét (lásd bácsfapusztai feltárás) a figyelmet, hogy a *Catinella arenaria* faj – legalábbis Dél-Baranyában –



a középső-pleisztocén képződményekben is előfordul, nem csupán a felső-pleisztocénben, ami új rétegtani adat.

A B<sub>3</sub> jelű őstalaj egy kettős osztatú, jól fejlett, feltehetően interglaciálisban létrejött horizont. Szerkezetét, kifejlődését tekintve feltehetően a Mende Bázis (MB) Talajkomplexummal párhuzamosítható. Képződését tekintve a mindel/riss interglaciális valószínűsíthető. Sajnos a felette települő löszből a rétegtani besorolást segítő tufit (vagy tefra) horizont (GÁBRIS et al. 1991, HORVÁTH 2001) nem volt kimutatható, ami talán annak is köszönhető, hogy a vizsgálatok szerint felette jelentősebb réteghiányt kell feltételeznünk. Az őstalaj szintre települő lösz faunája valószínűleg fiatalabb középső-pleisztocén.

A B<sub>4</sub> jelzésű paleotalaj üledékes jegyeit figyelembe véve és makroszkópos megjelenésében is eltér az alatta fekvő három fosszilis talajszinttől, az valószínűleg genetikailag már egy erdőssztyepp- vagy erdőtalaj lehet. Az adott talaj feltehetően a Mende Felső Talajkomplexum (PÉCSI 1993) alsó talajával (MF<sub>2</sub>) párhuzamosítható, képződését tekintve a kutatók többségének álláspontja (WINTLE és PACKMANN 1988, OCHES és MCCOY 1995, FRECHEN et al. 1997, SÜMEGI és KROLOPP 2005) szerint a riss/würm interglaciális adható meg. Képződési idejére ZÖLLER és WAGNER (1990) Mendén  $69.3 \pm 5.4$  ka, NOVOTHNY et al. (2002) az albertirsai rétegsorban  $65.9 \pm 10.7$  ka TL korokat kapott.

A B<sub>4</sub> paleotalaj felett települt lösz már felső-pleisztocén korú, középső-, de még valószínűbb, hogy késő-würm idején akkumulálódott képződmény.



## 7. A VIZSGÁLT SZELVÉNYEK SZEDIMENTOLÓGIAI JELLEMZŐI

A vizsgált szelvényekből 83 minta szemcseösszetételi adata állt rendelkezésre. Négy feltárás teljes rétegsorából 40 centiméterenkénti mintaközökkel származtak adatok, míg hat további feltárásból reprezentatív jelleggel.

A durva és nagyon durva kőzetliszt frakció (0,0156-0,0625 mm) aránya a gyengébben mállott löszöknél 48-55% körül volt, némely esetben meghaladta az 55%-ot is. A mállottabb löszöknél ez az érték 42-46% körül mozgott. (Ha a 0,02-0,06 mm közötti tartományt tekintjük, mint löszfrakciót, akkor az értékek néhány százalékkal alacsonyabbak. Ez esetben az előbbiek 45-47%, utóbbiak 38-42% körüli löszfrakciót tartalmaznak.) A paleotalajok esetén a 0,0156-0,0625 mm közötti frakció széles skálán mozog, 35-51% között, többnyire azonban 35-45% a jellemző.

A 0,002 mm alatti agyagfrakció aránya a kevésbé mállott löszöknél 4-5%, a mállottabbaknál 8-10%. Érdekes, hogy a paleotalajoknál ez az érték 5-10% körül mozog, ami nem magasabb, mint a mállottabb löszöknél tapasztalt adatok. HUM és FÉNYES (1995) ennél magasabb értékeket kaptak minden üledékkategóriában a délkelet-dunántúli vizsgálataik során. A 0,002-0,039 mm közötti nagyon finom kőzetliszt frakció aránya általában 3-5% a kevésbé mállott és 7-10% a mállottabb löszöknél. Paleotalajoknál 5-9% közötti értékek jellemzőek. A 0,0039-0,0156 mm közötti finom és közepes kőzetliszt frakció 13-23%-kal jelenik meg a gyengébben mállott löszöknél, míg a mállottabbaknál 26-28%, de némely esetben 30%-ot elérő vagy ezt meghaladó is lehet. A fosszilis talajszintekben 25-30% körüli értékek jellemzőek. HUM (2002) a löszökből ennél némileg alacsonyabb értékeket mutatott ki. A nagyon finom homok (0,0625-0,125 mm) frakció általában 2-16%-os aránnyal, az e feletti finom, közepes és durva homok frakciók 1-10% közötti mennyiséggel jelennek meg. Az idősebb beremendi paleotalajoknál a homokfrakció együttes aránya a paleotalajokon belül viszonylag magasabb (15-20%) értékeket ér el. Általában a fosszilis talajoknál 7-12%-ot tesz ki az adott frakció (0,0625 mm <).

A közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékei a löszökben 13 és 37  $\mu\text{m}$  között változnak, a gyengébben mállott löszöknél átlagosan 21-25 mikron körüliek, sok esetben 30 mikront is meghaladók, míg a mállottabbak esetén 13-19 mikrométer között mozognak. A paleotalajokban 11,5-17 mikrométer közötti értékek jellemzőek. HUM (2002) a gyengébben mállott löszök és a mállottabb löszök esetén is magasabb közepes szemcseméret ( $M_z$ ) értékeket publikált. A jelen vizsgálat során kimutatott alacsonyabb értékek egyfelől az ülepítő közeg alacsonyabb átlagos kinetikus energiájára utalhatnak, másfelől az üledékek mállottsága is okként jelölhető meg. Tény, hogy az üledékekben az agyagfrakció aránya nem



túl magas, ugyanakkor a nagyon finom, a finom és közepes közetliszt frakció aránya igen jelentős (30-40% közötti).

Itt jegyezném meg, hogy egy-egy nyilvánvalóan torz értékkel is találkozhatunk az adatsorokban (pl. Beremend, Villánykövesd, Bácsfapuszta). Ez abból fakad, hogy a FOLK és WARD (1957) által megadott paraméterekben jelentősebb hiba jön létre, ha a minta több mint 5%-ának méreteloszlása nem meghatározott (BLOTT és PYE 2001).

A szórás ( $\sigma_1$ ) 1,3-2,2 között változik, jellemzően 1,5-1,9 körül mozog, paleotalajoknál 1,6-2,0 körül. Az üledékek tehát jórészt gyengén, néhány esetben igen gyengén osztályozottak. Az értékek az ülepítő rendszer mozgási energiájának alacsonyabb relatív állandóságát jelzik. Az adott paraméternél egyébként nem volt jelentősebb eltérés a HUM (2002) által megadott értékekhez viszonyítva.

A ferdeség ( $Sk_1$ ) 0,2-0,5 közötti, általában 0,23-0,35 körüli, paleotalajoknál 0,28-0,40 közötti. Egy esetben negatív ferdeség (-0,32) is előfordult. A szemcseösszetételi görbék ez alapján tehát többnyire pozitív illetve igen pozitív ferdeségűek, ami a nagyobb mennyiségű finom frakció jelenlétére utal. A ferdeség értékeiben sem volt számottevő különbség a HUM (2002) által publikált adatokhoz képest.

A csúcsosság ( $K_G$ ) értékei 0,85-1,53 közöttiek, de általában 0,9-1,4 körüliek. Jellemző, hogy a mállottabb üledékeknél alacsonyabb kurtózis értékeket találunk. Paleotalajoknál 0,84-1,46 közötti értékek figyelhetők meg. Ez alapján a görbék jó része normális vagy kissé csúcsos-csúcsos (mezo- és leptokurtikus), azonban előfordulnak kissé lapos (platykurtikus) görbék is. HUM (2002) hasonló csúcsosság értékeket publikált a délkelet-dunántúli lösz-paleotalaj sorozatokból.

Összefoglalva tehát a vizsgált löszök átlagos agyagfrakciót, - a mállottságtól is függő mennyiségben - magasabb nagyon finom, finom és közepes közetliszt frakciót tartalmazó, viszonylag alacsony közepes szemcsemérettel jellemezhető, gyengén vagy igen gyengén osztályozott, pozitív ferdeségű, normális, illetve kissé csúcsos-csúcsos szemcseeloszlási görbével rendelkező üledékek. A paleotalajok szintén csupán átlagos agyagfrakciót, magasabb nagyon finom, finom és közepes közetliszt frakciót, (az idősebb paleotalajok magasabb homokfrakciót) tartalmazó, alacsony közepes szemcsemérettel jellemezhető, gyengén vagy igen gyengén osztályozott, pozitív vagy igen pozitív ferdeségű, normális, több esetben kissé lapos illetve néhol kissé csúcsos szemcseeloszlási görbével rendelkező üledékek.



## 8. A VIZSGÁLT SZELVÉNYEK GEOKÉMIAI JELLEGZETESSÉGEI

A vizsgált szelvényekből 154 minta geokémiai adata állt rendelkezésre. A főkomponens adatokat összevettem a SÜMEGHY (1953) által bizonyos magyarországi (Aszód, Hévízgyörk, Cece, Szolnok), valamint a PÉCSI-DONÁTH által (1985) a magyarországi felsőpleisztocén löszökről publikált adatokkal, a főkomponens és nyomelem adatokat pedig a HUM-FÉNYES (1995) és HUM (2002) által közölt, a délkelet-dunántúli lösz-paleotalaj sorozatokra vonatkozó geokémiai információkkal.

### 8.1. Főkomponensek

A főkomponensek közül a legnagyobb mennyiségben előforduló  $\text{SiO}_2$  a vizsgált üledékekben 25,9 és 72,4% között változott (gyengébben mállott löszökben 51,36% a minimum érték), természetesen a kilúgozottság és mállottság fokának megfelelően. SCHNETGER (1992) szerint emellett a specifikus szállítási mechanizmust is figyelembe kell venni a  $\text{SiO}_2$  felhalmozódásánál. A magyarországi löszök jó részéből (Mende:  $I_4$ ,  $I_5$ ,  $I_6$  löszkötegek, Hévízgyörk, Cece, Szolnok) származó adatok 50-60% közöttiek.

A  $\text{TiO}_2$  mennyisége a dél-baranyai üledékekben 0,40 és 1,11% között változik, a gyengébben mállott löszökben a minimum értéke 0,73%. A gyengébben és közepesen mállott löszökben 0,80-0,90% körüli az értéke, a paleotalajokban eléri és meghaladja az 1%-ot, ugyanis a Ti-fázis (SCHEFFER et al. 1958) ásványai (ilmenit, rutil, anatáz, brookit, titanit) igen ellenállóak a mechanikus behatások és kémiai mállás során. PÉCSI-DONÁTH (1985) adatai szerint a mendei-paksi felső-pleisztocén ( $I_3$ - $I_6$ ) löszök átlaga (0,3-0,6%), valamint a délkelet-dunántúli löszök átlaga (0,6-0,7%) a dél-baranyai löszökénél kissé alacsonyabb.

Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom a vizsgált üledékekben 5,59-16,6% között mozog, gyengébben mállott löszökben a minimum értéke 10,1%. A mállottabb löszökben és főként a paleotalajokban magasabb az aránya, ugyanis alacsony fokú oldódása és mobilitása miatt az agyagfrakcióban feldúsul. Az értékek 2-3%-kal magasabbak a HUM és FÉNYES által (1995) a Délkelet-Dunántúlról közölt adatokkal összevetve. Más magyarországi területek (Cece, Hévízgyörk, Aszód, Paks-Mende:  $I_3$ - $I_6$ ) löszeinek Al-tartalma is alacsonyabb, mint a dél-baranyai adatok.

A  $\text{FeO}$  mennyisége 2-6,1% között változik – a gyengébben mállott löszök átlaga 4,1%, minimum értéke 3,69% – az üledékekben, szintén növekvőben a mállottság fokával párhuzamosan. A Fe aerob körülmények között vas-oxidok és vas-szilikátok formájában,



valamint organominerális kapcsolatokban van jelen a talajban (SCHEFER-SCHACHTSCHABEL 1970). PÉCSI-DONÁTH és HUM adataiban a vas  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -ként és  $\text{FeO}$ -ként van megjelenítve, de jól látható, hogy a Fe-tartalom némileg alacsonyabb vagy a dél-baranyai löszök átlaga körüli.

Az alkáli földfémek közül a Mg aránya 1,3-7,3% között mozog a vizsgált üledékekben. A gyengébben mállott löszök minimumértéke 1,74%. A paleotalajokban (21. táblázat) és az alattuk elhelyezkedő igen erősen kilúgozott horizontokban a legalacsonyabb a mennyisége. A gyengébben mállott löszök átlaga 4,2%. Az elsődleges Mg-Fe-ásványok (pl. biotit) viszonylag könnyedén megsemmisülnek az üledékes környezetben (SCHNETGER 1992), már a mállás első fázisában. A Ca-hoz képest azonban a Mg a kationcsere-folyamatok során másodlagos agyagásványok felületén fixálódik és jelentős mennyisége épül az illit dioktaéderes szerkezetébe (NESBITT 1979; NESBITT et al. 1980; NEMECZ 1973), valamint a klorit és a vermikulit is nagyobb mennyiségben tartalmazza, ezért a mennyisége a mállás során nem csökken olyan mértékben, mint a kalciumé. Mivel az előbb említett izomorf helyettesítés során a centrális ion ( $\text{Mg}^{2+}$ ) kétvegyértékű, így az illit trioktaéderes szerkeztűvé válik (FILEP 1988). Az agyagásványok közül azonban nem az illit, hanem a montmorillonit báziskicserélő képessége a legnagyobb, esetén ugyanis a kationok megkötése nem a térrács felületi OH-ionjai, hanem a rácsszerkezet belső ionjai által történik, a hasadási lapokkal párhuzamosan. Ráadásul a montmorillonit minden pH-jú közegben negatív töltésű marad, azaz nincs izoelektromos pontja, tehát a pH csökkenésével nem csökken a kationmegkötő képessége, mint más agyagásványok esetén (SZÁDECZKY-KARDOSS 1955). Az átlagok nagyon jó egyezést mutatnak a HUM és FÉNYES (1995) által közölt adatokkal, SÜMEGHY adatai (Aszód, Hévízgyörk, Szolnok) viszont némileg (1-1,5%-kal) alacsonyabbak. A magyarországi fiatal löszök ( $\text{I}_3$ - $\text{I}_6$ ) adatai is jó egyezésben vannak a dél-baranyai gyengébben mállott löszök átlagértékeivel.

A CaO mennyisége 0,7 és 25% között változik a löszökben és paleotalajokban, de aránya az intenzíven kilúgozott szintekben (paleotalajok alatt) a 60,5%-ot is eléri. Átlagértéke paleotalajokban 3,4, a gyengébben mállott löszökben 17,7%. HUM (2002), paleotalajok alatti karbonát-akkumulációs horizontokban tapasztalta a legmagasabb CaO értékeket a délkelet-dunántúli löszök és paleotalajok vizsgálata során. Ez a jelenség a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatoknál is megfigyelhető volt. Bizonyos horizontokban 40%, sőt 60,5%-os érték is szerepel az adatsorban. A mállás során a kis kationok közé tartozó Ca a viszonylag alacsony hőmérsékleti feltételek mellett könnyen oldatba vándorol és kilúgozódik (SCHNETGER 1992).



A vizsgált üledékek közül a gyengén mállott löszök HUM és FÉNYES (1995) által közölt adataihoz viszonyított, dél-baranyai gyengébben mállott löszökben tapasztalt magasabb Ca-tartalom feltehetően a plagioklász földpátok magasabb mennyiségének köszönhető, ugyanis ezek Ca-ot is tartalmaznak. A mállás első fázisában történik ezen plagioklászok szétesése, degradációja, amely jóval gyorsabb a káliföldpátokéhoz viszonyítva (NESBITT et al. 1980). SZÁDECZKY-KARDOSS (1955) ennek okaként azt feltételezi, hogy a plagioklászok az alkáli ionokra kisebb (6-os) koordinációjúak és ezért kevésbé ellenállóak, mint az alkáliákra 10-es koordinációjú K-földpátok. A primer szilikátásványok stabilitás-csökkenése és végül azok doménekre és molekulákra való szétesése, tehát kémiai mállásuk főként az ioncserélő reakciók által támogatott hidrolízis révén történik. Egyébként a káliföldpátok hidrolízise során energetikailag a  $K^+ \rightarrow H^+$  cserefolyamat, azaz a hidratáció a legszámottevőbb (NEMECZ 1973). A mendei I<sub>5</sub>-I<sub>6</sub> löszkötegekben és a hévízgyörki, cecei mintákban a CaO mennyisége közepes, míg a mendei I<sub>3</sub> löszkötegben igen magas, 22-23% körüli. Ez tipikus bizonyos európai löszöknél (TAYLOR et al. 1983). A gyengébben mállott löszöknél a délkelet-dunántúli adatok 4-5%-kal alacsonyabbak a dél-baranyai adatoknál.

A CaO/MgO arány a mállás előrehaladtával erősen csökken az üledékekben. A gyengébben mállott löszök átlaga a dél-baranyai mintáknál 4,44, a paleotalajoké 1,42. HUM és FÉNYES adatai (1995) a gyengén mállott löszöknél 2,77, a paleotalajoknál 1,61.

Az alkáliák közül a Na<sub>2</sub>O mennyisége 0,2-1,8% között változik a vizsgált üledékekben. A paleotalajokban a minimum értéke 0,6%, a paleotalajok alatti erősen kilúgozott horizontokban 0,2%. A gyengébben mállott löszökben átlagos a Na-tartalom (1,19%), majd a mállottabb és erősen mállott löszökben (21. táblázat) kissé megnövekszik, végül a paleotalajokban éri el minimumát. Ezt a jelenséget HUM (2002) is leírta a Délkelet-Dunántúli lösz-paleotalaj sorozatoknál. A nátrium sokkal mobilisabb, mint a kálium, tehát a K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O arány a mállás és talajképződés előrehaladtával általában emelkedik. Itt kell megjegyezni azonban, hogy ez az arány bizonyos feltárások adatsorában nem minden esetben követte egyértelműen az egyéb geokémiai arányokból megállapítható mállási trendet. A Na-tartalmú plagioklász földpátok előbb mállanak el (kaolinitté), mint a káliföldpátok, majd később a kationcsere és fixációs folyamatok során a nagyobb K-ion (K<sup>+</sup>) jobban kötődik az agyagásványokhoz, mint a Na<sup>+</sup> (NESBITT et al. 1980). A dél-baranyai minták átlagai nagyon jól egyeznek a HUM és FÉNYES által (1995), valamint a SÜMEGHY (1953) által megadott adatokéival.



A  $K_2O$  mennyisége hasonló nagyságrendben a nátriuméhoz 0,8-2,8% között mozog. Minimumát a paleotalajok alatti erősen kilúgozott szintekben (a gyengébben mállott löszök minimumértéke 1,77%), maximumát az erősebben mállott löszökben és paleotalajokban éri el. A kálium elsősorban földpátokban és csillámokban fordul elő, de agyagásványok (főként illit) is tartalmazzák (SCHEFER és SCHACHTSCHABEL 1970). A mállás előrehaladtával történő felhalmozódása természetesen épp a fentebb említett kationcsere és fixációs folyamatoknak köszönhető, ami a K-ionok esetében főként a nagy kationcsere kapacitású (120-200 mekv/100g) vermikuliton történik (FILEP 1988). A K-fixáció során a K az agyagásvány (vermikulit, szmektit, illit) belső, rétegeközi terébe vándorol és megkötődik, ami a tér leszűkülését (kontrahálódását) eredményezi, így az ásvány bázistávolsága és duzzadóképesége csökken. Az agyagásványok K-fixációs kapacitását polimer Al-hidroxidok megkötése csökkentheti, amely blokkolja a rétegeközi teret (FILEP 1988; SCHEFER és SCHACHTSCHABEL 1970). NESBITT et al. (1980) szerint a káliumot tartalmazó biotit már a mállás első fázisában szétesik és vermikulittá alakul, majd a másodlagos vermikulit továbbformálódva illitté és kaolinitté válik. A kaolinitnek viszonylag csekély a kationcserélő, viszont erős az anionkicserélő (főként foszformegkötő) képessége, míg az illit a nagy alkáli- és ammónium-ionok megkötésére alkalmas (SZÁDECZKY-KARDOSS 1955). A K-tartalom a szolnoki löszök esetében átlag feletti, míg a hévízgyörki és cecei mintáknál átlag alatti (SÜMEGHY 1953). Az átlagok a dél-baranyai üledékeknél a kevésbé, de az erősebben mállott üledékeknél is következetesen 0,5 százalékponttal magasabbak, mint a HUM és FÉNYES által (1995) megadott adatok, de annak üledékkategóriánkénti változásait jól követik. A kisebb eltérést esetleg  $K^+$ -gazdag pórusvíz hatására fellépő enyhe fokú K-metaszomatózis is okozhatja (R. VARGA 2005).

A geokémiai arányok közül a legpontosabban a  $CaO+K_2O+Na_2O/Al_2O_3$  arány mutatja meg illetve határozza meg a mállási trendet és annak intenzitását. A mállás előrehaladtával ez az arány nagymértékben csökken és a paleotalajokban éri el minimumát. Szélső értékei 0,25 és 2,75, azonban extrém esetekben (őstalajok alatti kilúgozott szintek) 11 körüli értékek is jelentkeznek.

A MnO aránya a vizsgált üledékekben 0,057-0,163% között változik, legalacsonyabb a paleotalajok alatti erősen kilúgozott szintekben és a gyengébben mállott löszökben (minimum értéke: 0,063%), legmagasabb a paleotalajokban. A paleotalajokban való feldúsulása annak köszönhető, hogy a mállás során a  $Mn^{2+}$  négyvegyértékű  $Mn^{4+}$ -ionná



oxidálódik fel, s mivel az utóbbi az előbbivel ellentétben nehezen oldható, ezért az a mállottabb üledékrétegekben felhalmozódik (HUM 2002). A talajoldatokban az instabil  $Mn^{3+}$ -ion is előfordul, mint a mikrobiális redukciós folyamatok köztes terméke. A  $Mn^{2+}$  mennyisége egyébiránt annál magasabb, minél alacsonyabb a közeg pH-ja és redoxpotenciálja. A mangán mindenekelőtt vas-oxidokon és szerves komplexeken adszorbeálódik (SCHEFER és SCHACHTSCHABEL 1970). A Mn mennyisége a mendei I<sub>4</sub>-I<sub>6</sub> löszkötegekben 0,1% körüli (PÉCSI-DONÁTH 1985), míg SÜMEGHY (1953) 0,05-0,08% közötti adatokat publikált. A vizsgált üledékek Mn-tartalma egyébként mind a kevésbé, mind az intenzívebben mállott üledékeknel egyértelműen magasabb volt, mint a HUM és FÉNYES (1995) által publikált, a délkelet-dunántúli löszökre, paleotalajokra vonatkozó átlagértékek.

A  $P_2O_5$ -tartalom a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatokban 0,1-0,6% között mozog. Mennyisége a mállás előrehaladtával növekszik, majd a paleotalajokban már némileg csökken. Általánosságban a legtöbb foszfort a neozsilikátok (szigetszilikátok), míg a legkevesebbet a tektoszilikátok (vázsilikátok) tartalmazzák. Ez összefüggésben van a  $SiO_4$  asszociáció fokozódó kondenzációjával, ugyanis az minél kondenzáltabb, annál nehezebb az erősebb kovalens kötési jelleggel bíró  $P^{5+}$ -ion alkalmazkodása a  $SiO_4$ -tetraéder kötési irányaihoz, a Si→P helyettesítés során. A foszfor a talajok felszínközeli zónájából általában kioldódik az esővíz hatására, majd a gyökérzónában megkötődik és feldúsul (KORITNIG 1965). A foszfort főként Fe- és Al-oxidok, allofánok és a kaolinit kötik meg (SCHEFER és SCHACHTSCHABEL 1970; SZÁDECZKY-KARDOSS 1955). A délkelet-dunántúli és a dél-baranyai területről származó átlagadatok között szignifikáns különbség nincs.

## 8.2. Nyomelemek

A nyomelemeknél a járulékos ásványokban, xenotimban, cirkonban és monacitban előforduló (SCHNETGER 1992), átmeneti fémek közé tartozó szkandium (Sc) koncentrációja 0 és 23 ppm között változik a vizsgált üledékekben. Az XRF technika használata a Sc tekintetében 30 ppm alatt vesz a precizitásából és az adatok csupán szemikvantitatívak (JOHNSON et al. 1999), ezért a Sc értékeinek összehasonlítására ez miatt nem került sor.

A főként vanadinitban előforduló vanádium (V) mennyisége a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatokban 48-128 ppm között mozog, minimum értékeit bizonyos erősen kilúgozott horizontokban és a gyengébben mállott löszökben (minimum: 68 ppm, átlag: 82 ppm),



maximumát a paleotalajokban (átlag: 109 ppm) éri el. A mállás előrehaladtával tehát egyértelműen megnövekszik a koncentrációja. A V esetén szintén fennáll a 30 ppm alatti koncentrációknál a csökkent pontosság, de ezt a koncentrációhatárt minden minta értéke magasan meghaladta. Ezen elem mennyiségére vonatkozólag nem volt összehasonlítási alap a magyarországi löszökből.

A króm (Cr) a mállásnak igen ellenálló nehézasványok közül a magnetitben, kromitban és az ilmenitben fordul elő, az agyagfrakcióban dúsul, ezért mennyisége a pedogenezis folyamán egyre nagyobb lesz. Koncentrációja a vizsgált üledékekben 26 és 113 ppm között változik. Minimumot bizonyos igen erősen kilúgozott szintekben és a gyengébben mállott löszökben (minimum: 59 ppm, átlag: 72 ppm), maximumot a paleotalajokban (átlag: 96 ppm) mutat. 30 ppm alatt az XRF technika erre az elemre is csupán szemikvantitatív adatot biztosít, de a mennyisége az adott koncentrációhatárt egy-egy minta esetén éri el, tehát az adatok értékelhetők. A vizsgált és a délkelet-dunántúli üledékekből származó információkat összevetve megállapítható, hogy a kevésbé és az intenzívebben mállott üledékek átlagai közel esnek egymáshoz, de a dél-baranyai adatok 5-10 ppm-el mindig magasabbak.

A nikkelt (Ni) a mállás során könnyen mobilizálódó nyomelem. Vas és mangán-oxidokkal képezhet csapadékot, reziduális szilikátasványokat (HUM 2002), a jelentős agyagfrakcióval rendelkező üledékekben dúsul. A tény, hogy a Ni kevésbé halmozódik fel az üledékekben, mint a Cr annak köszönhető, hogy ez utóbbi hordozóasványai sokkal ellenállóbbak, mint a nikkelt tartalmazó olivin és ortopiroxén, amelyek a mállás korai fázisában könnyedén megsemmisülnek (SCHNETGER 1992). A Ni-koncentráció 0-56 ppm közöttinek adódott a vizsgált üledékekben, gyengébben mállott löszöknél a minimum érték 19 ppm. A 30 ppm-es határ alatti gyengébb pontosság erre a nyomelemre is vonatkozik. A minták egy jó része az ez alatti tartományba esik, ezért a Ni adatait nem értékeltem.

A réz (Cu) többnyire plagioklász földpátokban, biotitban, olivinben, piroxénekben lehet jelen. Adszorpciója agyagásványokon (elsősorban montmorilloniton és illiten), mangán és vas-oxidokon és szerves anyagokon megy végbe (SCHEFER és SCHACHTSCHABEL 1970), főként tehát paleotalajokban dúsul. Koncentrációja a vizsgált üledékekben 3-36 ppm közötti (gyengébben mállott löszök minimuma: 13 ppm), átlagosan 17 és 26 ppm (a gyengébben mállott löszök és a paleotalajok átlagai) között mozog. Szembetűnő, hogy a dél-baranyai gyengébben mállott és közepesen mállott löszök esetén az átlagos Cu-tartalom (rendre 11 és



7 ppm-el) alacsonyabb, mint a HUM és FÉNYES által (1995) publikált értékek. Az arányok azonban a paleotalajoknál már jó egyezésben vannak.

A cink (Zn) plagioklász földpátokban, biotitban, agyagásványokban – főként kloritban (HEINRICHS et al. 1980) –, valamint néhány nehézásványban (staurolit, magnetit) van jelen. Agyagásványokon, szerves anyagokon, valamint vas-, mangán és aluminium-oxidokon adszorbeálódik (SCHEFER és SCHACHTSCHABEL 1970), mobilitása alacsony, a mállottabb kőzetekben ezért magasabb koncentrációt ér el. A vizsgált üledékekben a Zn koncentrációja 35 és 95 ppm között mozog, legalacsonyabb bizonyos intenzíven kilúgozott szintekben és a gyengébben mállott löszökben (átlag: 62 ppm), legmagasabb a paleotalajokban (átlag: 82 ppm). A dél-baranyai gyengén mállott és intenzíven mállott üledékek átlagai több mint 10 ppm-el haladták meg a délkelet-dunántúli képződményekből kimutatott értékeket.

A gallium (Ga) koncentrációja a vizsgált üledékekben 8-24 ppm közöttinek adódott, a gyengébben mállott löszökben 12 ppm a minimum értéke. A mállás során kismértékben felhalmozódik, ezért a mennyisége a paleotalajokban a legmagasabb. A magyarországi löszök gallium tartalmára vonatkozóan nem volt összehasonlítható adatom.

A rubídium (Rb) a káliummal és nátriummal együtt az alkáli fémek csoportjába tartozó nyomelem. A káliummal együtt fordul elő, a legáltalánosabban csillámokban (főként biotitban) és káliföldpátokban (HUM 2002). HEINRICHS et al. 1980 szerint a Rb a 12-es koordinációjú kálium pozíciót részesíti előnyben a biotit szerkezetén belül. A mállás során agyagásványokhoz – elsősorban vermikulitokhoz – kötődik, de annak intenzívvé válásával ki is mosódhat (NESBITT et al. 1980; KRONBERG et al. 1979). Mennyisége a dél-baranyai üledékekben 41 és 140 ppm között változik. Minimumát paleotalajok alatti igen erősen kilúgozott szintekben éri el, tehát kioldódása ezekben a horizontokban jelentős. A gyengébben mállott löszökben mért átlaga 88, míg a paleotalajoké 124 ppm. HUM (2002) a délkelet-dunántúli lösz-paleotalaj sorozatokból alacsonyabb, 30 és 80 ppm közötti értékeket publikált.

Az alkáli földfémek csoportjába tartozó, nyomelemként előforduló stronciumot (Sr) főként karbonátásványok, valamint káli- és plagioklász földpátok tartalmazhatják. A Sr a mállás során kevésbé mobilis, mint a Ca (HUM 2002) és agyagásványokon is megkötődik (TUREKIAN és KULP 1956; NESBITT et al. 1980), ezért a folyamatban a Ca-hoz képest enyhébb mértékű



mennyiségi csökkenése jelentkezik. A mállás előrehaladtával és a kilúgozódás során mégis egyértelmű mennyiségi csökkenést mutat. A vizsgált üledékekben a Sr koncentráció 94 és 319 ppm között mozog, minimumát a paleotalajokban, maximumát a gyengébben mállott löszökben éri el. Az átlagok között igen jelentős, szignifikáns különbség mutatkozik a délkelet-dunántúli és a dél-baranyai minták Sr-tartalmában. A gyengébben mállott löszök esetén a délkelet-dunántúli löszökben körülbelül kétszer (átlag: 400 ppm) annyi Sr található (HUM-FÉNYES 1995), mint a dél-baranyai mintákban (átlag: 217 ppm). Ez a különbség a mállottabb üledékek felé némileg szűkül, de továbbra is jelentős, paleotalajoknál meghaladja a 100 ppm-et, a közepesen mállott és erősebben mállott löszöknél 130-150 ppm körüli. Tudjuk, hogy a kalcit átlagban sokkal több (480 ppm) Sr-ot tartalmaz, mint a dolomit (140 ppm) (SCHNETGER 1992). Úgy tűnik azonban, hogy ez alapján a délkelet-dunántúli löszök igen magas Sr tartalma nem magyarázható, ugyanis HUM (2002) kutatásaiból kiderült, hogy a kalcit/dolomit arány – ellentétben a világ más részeiről származó eredményekkel (FÜCHTBAUER 1988) – az említett löszök esetén átlagosan 1:2 és a dolomit aránya a karbonátfrakcióban 68,7 %.

Az ittrium (Y) ritka elem, elsősorban foszfátásványokban (xenotim) és szilikátokban (gadolinit) található meg. A mállás során kismértékben felhalmozódik az üledékekben. A dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok 25-48 ppm közötti koncentrációban tartalmazzák, legmagasabb arányát a paleotalajokban éri el. A dél-baranyai gyengébben mállott löszök és paleotalajok átlagainak értékei 36 és 44 ppm. Erre a nyomelemre vonatkozóan sem találtam összehasonlító adatot a magyarországi löszök geokémiájáról szóló szakirodalmakban.

A cirkónium (Zr) alapvető hordozója a cirkon, amely a rezisztitek (NESBITT 1979) egyik leggyakoribb ásványa, mert a természeti viszonyok közt változatlan vegyértékű elemekből áll, noha a BOWEN-sorozatnak egyik legkorábbi tagja, a szilikátrendszerben legelől lévő ionszilikátos térráccsal. A redoxpotenciál-ugrás döntő hatásának megfelelően kémiailag azon ásványok mállanak el előbb, amelyekben olyan változó vegyértékű elemek vannak, amelyek vegyértéke még nem érte el a természeti redoxértékeknél lehetséges legnagyobb vegyértéket. Tehát azon ásványok ellenállóbbak a mállással szemben, amelyek vagy csak változatlan vegyértékű (ilyen például a fent említett cirkon), illetve már az endogén viszonyok közt a természetben lehetséges legnagyobb vegyértéket elért elemekből állnak (SZÁDECZKY-KARDOSS 1955). A mállás fokozódásával tehát az üledékekben feldúsul. Mennyisége a dél-baranyai üledékekben 180-502 ppm közötti, a gyengébben mállott löszök minimuma 308



ppm. A Zr-ra vonatkozóan sem találtam összehasonlító adatot a magyarországi löszök geokémiájáról szóló szakirodalmakban.

A nióbbium (Nb) esetén óvatosan kell eljárunk, ugyanis a geokémiai vizsgálat sorozat egy köztes lépésében használt wolfram-karbid tál bizonyos fokú nióbbium és tantál szennyezést okozhat, bár az a vizsgálatok szerint a módszer precizitásával megegyező nagyságrendbe esik. Egy standard eltérés kisebb mint 1 ppm (JOHNSON et al. 1999). Ennek és az egyes üledékkategóriáknál mért adatok közötti (1-2 ppm-es) különbségeknek köszönhetően a nióbbium mennyiségi eloszlásából nem vonhatók le egyértelmű következtetések.

Az alkáli földfémek közé tartozó bárium (Ba) általában szilikátokban, főleg földpátokban és csillámokban jelenik meg. Nehézasványok (apatit, turmalin, amfibol, piroxén) is tartalmazhatják, igaz jóval csekélyebb mennyiségben. A nagy kationok közé tartozó Ba a földpátok mállása során oldatba jut (NESBITT et al. 1980), majd agyagásványokon, vas- és mangán-hidroxidokon, továbbá szerves anyagokon adszorbeálódik (HUM 2002). A gyengébben mállott löszökben és a paleotalajokban az átlagos Ba-tartalom 371 és 475 ppm között változik. Maximumát a paleotalajokban 526 ppm-el éri el. A dél-baranyai kevésbé mállott és intenzívebben mállott üledékek átlagos Ba aránya 50-70 ppm-el haladja meg a HUM által (2002) közölt, a délkelet-dunántúli lösz-paleotalaj sorozatok vizsgálata során nyert értékeket. Paleotalajokból HUM (2002) 400 ppm-et megközelítő adatokat publikált, ami némely esetben több, mint 100 ppm-el alacsonyabb érték a dél-baranyai paleotalajokból származó adatoknál.

A geokémiai arányok között igen fontos kiemelni a mállási trendet igen érzékenyen és pontosan követő Sr/Ba arányt. Értéke a mállás során csökken, a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatokban 0,79 és 0,20 közötti. Maximumát a gyengébben mállott löszökben, minimumát a paleotalajokban éri el.

A foszfátok közül a monacitban előforduló lantán (La) koncentrációja a vizsgált üledékekben 28 és 73 ppm szélső értékek közötti, a gyengébben mállott löszök minimuma 30 ppm. Mennyisége a mállás során a gyengébben mállott löszöktől a paleotalajokig körülbelül 5-10 ppm-el növekszik. Az XRF technika a La esetén is kevésbé pontos, ezért csak tájékoztató adatokként lehet elfogadni azokat. A magyarországi lösz-paleotalaj sorozatokból amúgy sem állt rendelkezésre összehasonlító adat.



A cérium (Ce) a lantanidák csoportjába tartozó nyomelem, amely az előzőleg említett lantánnal együtt a monacitban és oxidokban (samarskit) fordulhat elő. Koncentrációja a vizsgált üledékekben 35-132 ppm között mozog. A gyengébben mállott löszök minimum értéke 64, átlaga 84, a paleotalajoké 109 ppm, tehát az üledékekben a mállás előrehaladtával feldúsul. A La-hoz hasonlóan a Ce adatait is csupán tájékoztató adatokként lehet kezelni a kisebb precizitás miatt. Összehasonlító adat ez esetben sem állt rendelkezésre.

Az ólom (Pb) főként káliföldpátokban és agyagásványokban (illitben) fordul elő (HEINRICH et al. 1980). Koncentrációja a mállás során némileg növekszik, a gyengébben mállott löszökben 17, míg a paleotalajokban 24 ppm az átlaga. A gyengén mállott löszök és paleotalajok esetén a HUM és FÉNYES által (1995) közölt adatok 8 és 11 ppm, ami 50%-a a dél-baranyai üledékek Pb-tartalmának.

A tórium (Th) az aktinidák csoportjába tartozó radioaktív elem. A foszfátok közül monacitban fordulhat elő. A vizsgált üledékekben a koncentrációja 4 és 20 ppm közötti. A vizsgálatok alapján úgy tűnik, hogy a mállás során kismértékben felhalmozódik. A gyengébben mállott löszök átlaga 13, míg a paleotalajoké 16 ppm, de mivel a gyengébben és az intenzívebben mállott üledékeknél közel azonos koncentráció-tartományban jelenik meg, ezért azok mállottsági fokára vonatkozólag nem vagy csak alig biztosít megbízható információkat. Erre a nyomelemre vonatkozóan sem találtam összehasonlító adatot a magyarországi löszök geokémiájáról szóló szakirodalmakban.

A dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok vizsgálata alapján összefoglalóan megállapítható, hogy az üledékek mállásának előrehaladtával a főkomponenseknél a  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  és  $\text{P}_2\text{O}_5$  mennyisége növekedett, míg a  $\text{MgO}$  és  $\text{CaO}$  aránya csökkent. A folyamat során a nyomelemek közül a Cu, Ga, Y, La, Pb, Th kismértékben, a V, Cr, Zn közepes mértékben és a Rb, Zr, Ba nagymértékben felhalmozódott, míg a Sr koncentrációja szintén nagymértékben csökkent. A geokémiai arányok között a  $\text{CaO}/\text{MgO}$ , a  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  és a Sr/Ba arány csökkent, míg a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány emelkedett. A fenti folyamat úgy értelmezhető, hogy a mállás első fázisában kioldódnak a karbonátásványok ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , Sr csökkenése), a kvarc mennyisége megnövekszik, majd megindul a szilikátásványok (biotit, plagioklász földpátok) és meglévő agyagásványok átalakulása, degradációja, szétesése. Később a mállás átmeneti és végső fázisában az előzőleg megindult átalakulási folyamatok (itt már a káliföldpátok mállása is) tovább zajlanak,



kicsapódnak a Fe, Mn, Ti és Al, alumoszilikátok, agyagásványok, Al- és Fe-hidroxidok keletkeznek, melyek felületén kationok adszorbeálódnak (K, Rb, Ba), a kémiai mállás több ciklusának is ellenálló ásványok (Ti-, Zr-, Cr-tartalmú rezisztitek) visszamaradnak.

A kémiai elemek eloszlásában és mennyiségi megjelenésében a területi összehasonlítás során több eltérés mutatkozott. A főkomponensek közül az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$  mennyisége magasabb a dél-baranyai löszöknél, mint a PÉCSI-DONÁTH (1985) által a mendei  $\text{I}_4$ ,  $\text{I}_5$ ,  $\text{I}_6$  löszkötegre megadott adatok, illetve az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , MgO és MnO tartalom szintén magasabb, mint a SÜMEGHY (1953) által közölt adatok. A többi főkomponensnél hasonló értékek adódtak. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  és a MnO mennyisége a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatoknál a kevésbé mállott és az intenzívebben mállott üledékek esetén is magasabb, míg a CaO aránya a gyengébben mállott és közepesen mállott löszök esetén volt némileg magasabb, mint a HUM és FÉNYES által (1995) a délkelet-dunántúli negyedidőszaki képződményekből közölt adatok. A  $\text{SiO}_2$ , MgO,  $\text{Na}_2\text{O}$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$ -tartalom a dél-baranyai és délkelet-dunántúli löszökben nagyjából egyezőnek adódott (21. táblázat). Megjegyzendő, hogy a geokémiai arányok által is kiválóan jelzett mállási trendet a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány igen sok esetben nem követi, nem tükrözi. A nyomelemeknél a Cr-, Zn- és a Pb-tartalom kismértékben, a Rb és Ba aránya nagymértékben magasabb, a Cu-tartalom viszont kismértékben, a Sr koncentráció pedig jelentősen alacsonyabb a dél-baranyai üledékekben, mint a délkelet-dunántúli mintákban. A V, Y, Ga, Zr, Th (La és Ce) mennyiségére vonatkozóan nem álltak rendelkezésre összehasonlító adatok a magyar szakirodalomban, tehát ezen nyomelemek lösz-paleotalaj sorozatokban mért koncentrációi új adatoknak számítanak.

Az elemösszetétel több folyamat, több tényező eredményeként alakul ki. Megjelenik benne a lösz származási területét felépítő, úgynevezett forrásközetek elemösszetétele, az azokat ért mállás, a diagenetikus folyamatok, továbbá a diagenizálódott üledéknek a mállás általi érintettsége. A vizsgált löszök forrásanyaga SMALLEY és LEACH (1978) szerint feltehetően a jégtakarók melletti peremterületek (periglaciális, mérsékelt övi sivatagok) és az Alpok, főként azonban a Kárpát-medence hordalékkúpjainak, a Duna ártereinek üledékeiből származik. A forrásközetek magmás, metamorf, de akár már eleve többszörösen áthalmozott üledékes kőzetek is lehettek. Egyébként a kis Cr/V és közepesen kissé magasabb Y/Ni arányok (0,8-1,0 illetve 0,9-1,2) összehasonlítása (R. VARGA 2005) felzikus (savanyú) összetételű anyagban gazdag lehordási területet jelez. A diagenetikus folyamatok esetén a kémiai összetételre fontos hatással van a löszöknél jellemző, másodlagos ásványok képződésével járó reakció, a karbonátcementáció (R. VARGA 2005). Ez nyilván az üledékes rendszer Ca-eloszlásának átrendeződésével jár. A diagenezisre természetesen az



üledékképződési környezet és a klíma is nagy hatással van, tehát végső soron a diagenézis alatti és azt követő mállás kisebb-nagyobb mértékben átformál(hat)ja a felhalmozódott üledéket.

Vajon mi lehet a magyarázata a délkelet-dunántúli és a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok között lévő kisebb-nagyobb kémiai elemösszetételre vonatkozó különbségeknek?

A kérdés összetett. Egyértelműnek tűnik, hogy a löszök anyaga hasonló származási területről került a Dunántúlra, annak délkeleti és legdélebbi részére is. Ez tehát azt jelenti, hogy hasonló forrása lehetett az üledékanyagnak, persze a forrásközetek összetételében és mállás általi érintettségében azért nyilvánvalóan lehettek és voltak is eltérések. A diagenetikus folyamatok során is létrejöhetnek bizonyos elérések az elemösszetételben (pl. Ca- és K-tartalom, karbonátcementáció és K-metaszomatózis). A diagenetikus folyamatokat pedig az üledékképződési környezet és a klíma is befolyásolja, ami kihat az üledékek mállására. Tehát végső soron a diagenézis alatti és azt követő mállás némileg eltérő fokáról is szó lehet, ami a dél-baranyai löszök-paleotalajok képződése idején – a geokémiai adatok szerint – intenzívebb volt, mint a HUM és FÉNYES (1995) valamint a HUM (2002) által vizsgált kissé északabbra elhelyezkedő, délkelet-dunántúli negyedidőszaki üledékeknél. Úgy tűnik, hogy a mállás a lösz képződésének időszakaiban is viszonylag jelentős volt, köszönhetően az ezekben a periódusokban is enyhe, kissé nedvesebb klímának, amit nem csupán a geokémiai adatok támasztanak alá, hanem azokkal összhangban a malakológiai információk is egyértelműen igazolnak. Érdekes ellentmondás azonban, hogy míg például az üledékföldtani adatok szerint a dél-baranyai löszök-paleotalajok agyagfrakciója kisebb, mint a délkelet-dunántúliaké, addig a mállás során az agyagásványokhoz kötődő, nagy kationok közé tartozó  $Rb^+$  és  $Ba^{2+}$  aránya nagymértékben magasabb a dél-baranyai mintákban. Persze az agyagfrakció illetve az agyagásványok mennyisége nem ugyanazt jelentik, de azért nyilvánvalóan kapcsolatban vannak egymással.

Összefoglalva tehát nyilvánvalóvá válik, hogy az elemösszetételbeli eltérések több tényező (forrásközetek elemösszetétele, mállottsága, a diagenézis folyamata, a diagenézis alatti öskörnyezet és klíma, illetve a diagenézis alatti és azt követő mállás) együttes hatását tükrözik.



## 9. A LÖSZÖK ÉS PALEOTALAJOK ÜLEDÉKKATEGÓRIÁKBA SOROLÁSA A FUZZY HALMAZOK ELMÉLETÉNEK SEGÍTSÉGÉVEL

### 9.1. Problémafelvetés

Az öskörnyezeti, őségajlati viszonyok alapvetően meghatározzák a löszök és paleotalajok üledékföldtani viszonyait és kémiai elemösszetételét. Ezen információk, adatok alapján pedig az üledékek kategóriákba sorolhatók a mállás és pedogenezis általi érintettségüknek megfelelően. Az üledéktani és geokémiai adatok alapján történő lösz- és paleotalaj típusok elkülönítését hazánkban korábban HUM és FÉNYES (1995), illetve HUM (2002) Délkelet-Dunántúlon történt lösz-paleotalaj vizsgálataik során már bemutatták. Munkáikban az egyes üledékkategóriák nyilvánvaló módon és természetesen nem élesen elkülönülő egységekként jelentek meg, hanem mind az azokat meghatározó üledékföldtani, mind a geokémiai paraméterekben – azok tartomány értékeiben – kisebb-nagyobb átfedések voltak, tehát az úgynevezett határfeltételek bizonyos mértékig rugalmasnak voltak tekinthetők. A matematikai számhalmaz fogalom szerint tehát nem éles halmazokról (az adott esetben üledékkategóriákról) volt szó, amelyeknek a jellemző üledéktani és geokémiai paraméterek értékei vagy elemei vagy nem.

Kutatásaim során magam is szembesültem azzal a problémával, hogy miként lehetne egzakt matematikai formában megadni a vizsgált löszök és paleotalajok egyes üledékkategóriákba tartozását. A legutóbbi időkben került a látóterembe és kezdtem el foglalkozni az adott problémára megoldást kínáló fuzzy halmazok elméletével.

### 9.2. A fuzzy halmazok elmélete és az üledékek kategorizálásának gondolata

A fuzzy halmazok illetve a fuzzy logika ötlete 1965-ből, a kaliforniai Berkeley-n tanító Lotfi A. ZADEH matematikustól származik (ZADEH 1965). Szerinte az emberi gondolkodásmód sokkal jobban modellezhető olyan fogalmakkal, amelyeknek nincsenek éles határaik, ahol az átmenet egy tulajdonság megléte és nemléte között folytonos vagy homályos (angolul: fuzzy). A fuzzy halmazokkal tehát a pontatlan vagy bizonytalan információkat, adatokat vagy rugalmasan kezelhető határfeltételeket is matematikai formába lehet önteni, azokat kvantitatíve kezelni. A fuzzy logikát egyébként a földtudományok különböző területein (pl. hidrológia, talajtan, geomorfológia, szeizmológia) már sikerrel alkalmazták (DEMICO és KLIR 2004). Jelen esetben a fuzzy halmazok elmélete révén egyfajta szakértői rendszer alakítható ki, amelynek segítségével az üledékkategóriákba sorolás matematikai módszerekkel történik.



Legyen  $X \neq \emptyset$  egy tetszőleges halmaz. Az  $X$  alaphalmazon értelmezett  $A$  fuzzy halmaz, mint rendezett párok halmaza

$$A = \{ x, \mu_A(x) \mid x \in X \},$$

amelyet „ $X$  feletti fuzzy halmaznak” nevezünk. Az adott halmazhoz való hozzátartozás fokát, a bele nem tartozás (0) és a teljes körű tagság (1) közötti fokozatok megadására szolgáló, bármely 0 és 1 közötti értékkel rendelkező ún. tagsági függvény ( $\mu_A(x)$ ) adja meg.

A tagsági függvény formális definíciója:

$\mu_A(x) : X \rightarrow [0,1]$  úgy, hogy ha

$\mu_A(x) = 1$  : az  $x$  definit módon  $A$ -ba tartozik,

$\mu_A(x) = 0$  : az  $x$  definit módon nem tartozik  $A$ -ba,

$\mu_A(x_1) > \mu_A(x_2)$  : az  $x_1$  jobban beletartozik  $A$ -ba, mint az  $x_2$ .

Úgy is lehet mondani, hogy a  $\mu_A(x)$  azt mutatja meg, hogy az adott  $x \in X$  elem mennyire rendelkezik az  $A$  halmaz által leírt tulajdonsággal. A fuzzy halmazok tehát olyan tulajdonságok leírására szolgálnak, amelyeket nem lehet karakterizálni a klasszikus eleme ( $\epsilon$ ) relációval, azaz a kétértékű logika (igen/nem) segítségével. Ilyen módon tehát kiválóan alkalmazhatók a tulajdonképpen halmazoknak tekinthető üledékkategóriák (gyengén mállott-, mállott-, erősen mállott lösz illetve paleotalaj) leírására, amely halmazok között nyilvánvalóan nincs éles határ. Ez azt jelenti, hogy egy adott lösz vagy paleotalaj minta szedimentológiai és geokémiai paraméterei alapján a tagsági függvény adja meg, hogy az üledék (0 és 1 között) milyen mértékben tartozik az egyik vagy másik üledékkategóriához. A mállás és pedogenezis folyamata egy időben lejátszódó folyamat, amelyet az öskörnyezeti, őséghajlati viszonyok befolyásolnak és amelynek során eltérő időben eltérő mértékben mállott, valamint eltérő pedogenetikus hatás által érintett üledékek jönnek létre. Minél inkább mállott egy üledék, amit az üledékföldtani és geokémiai paraméterek jeleznek, annál nagyobb az intenzívebb mállottsággal jellemezhető üledékkategóriákba való tartozásának mértéke és fordítva. Az egyes üledékkategóriák tehát – mint említettem – önálló fuzzy halmazokként értelmezhetők, ahol az egyes kategóriák közti határok nem élesek, hanem egyfajta átmenetet képeznek egymásba. Elképzelhető, hogy egy adott üledék a geokémiai és üledéktani paramétereinek értékei alapján egyszerre két kategóriába is tartozik, csak hogy az egyik kategória esetén nagyobb a tagságának vagy hozzátartozásának foka, mint a másikonál.



Tehát az üledékkategóriákat reprezentáló fuzzy halmazok közül kiválasztható egy olyan, amely által képviselt tulajdonsághoz vagy attribútumhoz leginkább közeláll az adott minta tulajdonsága. Ez alapján tehát az üledék besorolható a rá legjellemzőbb kategóriába/halmazba.

### 9.3. Egy Mamdani-típusú fuzzy következtetési rendszer, mint az üledékek kategorizálásának matematikai alapú megoldása

A fuzzy következtetés egy olyan folyamat, amelyben adott bementi (input) értékekből a fuzzy logika mentén kimeneti (output) értékeket képezünk. Alapvetően két fuzzy következtetési rendszert ismerünk, a Mamdani-típusú és a Takagi-Sugeno-típusú rendszereket (DEMICO és KLIR 2004). Az előző típus széles körben használatos és az üledékkategorizálásra is kiválóan alkalmas, tehát a következőkben egy Mamdani-típusú fuzzy következtetési rendszert mutatok be (59. ábra), amelyet a MATLAB® nevű magasszintű programnyelv és interaktív környezet Fuzzy Logic Toolbox-a segítségével fejlesztettem ki.

A fuzzy következtetési folyamat öt alapvető lépésre bontható.

1. Az inputváltozók fuzzyfikálása.
2. Fuzzy operátorok alkalmazása.
3. Következtetés vagy implikáció (HA-AKKOR szabályok) alkalmazása.
4. A konklúziók egyesítése, aggregációja.
5. Defuzzyfikálás.

#### 1. Az inputváltozók fuzzyfikálása.

Az egyes bementi értékek ( $x_0$ ) fuzzy halmazokhoz való tartozásának (0 és 1 közötti tagsági értékének) meghatározása, tagsági függvények alkalmazásával. A konkrét esetben ez azt jelenti, hogy az egyes mállottsági tartományok egy-egy fuzzy halmaznak felelnek meg. Bizonyos kiválasztott üledékföldtani és geokémiai paraméter értékek jellemeznék egy adott üledékkategóriát illetve annak mállottságát. Például az  $Al_2O_3$  aránya az egyes üledékkategóriákban különböző, de egymást átfedő tartományokba esik (36. táblázat). Tehát egy adott üledékminta  $Al_2O_3$  tartalma az input érték (60. ábra). A mintáról ezen úgynevezett éles érték alapján a fuzzyfikálás során állapítjuk meg, hogy 0 és 1 között milyen mértékben tartozik az egyes mállottsági fokokhoz/tartományokhoz, azaz egy fuzzy vagy fuzzyfikált



értéket ( $\bar{x}_0$ ) nyerünk. Természetesen a jelen rendszerrel nem egy inputérték van, hanem több, tehát nem csupán az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyiségével jellemezzük az egyes mállottsági fokokat/tartományokat, hanem több főkomponens, nyomelem, geokémiai arány és üledékföldtani paraméter értékével (59. ábra). A geokémiai paraméterekből nyolcat ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Rb}$ ,  $\text{Sr}$ ,  $\text{Ba}$ ,  $\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$  arány,  $\text{Sr}/\text{Ba}$  arány), míg az üledékföldtaniak közül három paramétert (agyagfrakció, löszfrakció és közepes szemcseméret -  $M_z$ ) építettem a rendszerbe. A választás azért esett ezekre, mert egyrészt jól jellemzik az egyes üledékkategóriákat, másrészt pedig a tartomány értékeik alapján viszonylag jól elkülöníthetők az egyes üledéktípusok. Az agyagfrakció arányával kisebb probléma volt, mert sok esetben a löszöknél magasabb értékek szerepelnek, mint a paleotalajoknál, ahogy ezt már egy fentebbi elemzésben megírtam.

## 2. Fuzzy operátorok alkalmazása.

A fuzzy logikai következtetési séma felépítéséhez, definiálnunk kell a logikai operátorokat. A klasszikus halmazelmélet és a logika közti kapcsolat analógiájára a VAGY operátor megegyezik az unió, az ÉS a metszet, a NEGÁCIÓ pedig a komplementer operátorral.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \text{MAX}(\mu_A(x), \mu_B(x)),$$

$$\mu_{A \cap B}(x) = \text{MIN}(\mu_A(x), \mu_B(x)),$$

$$\mu_{\neg A}(x) = 1 - \mu_A(x).$$

A fuzzyfikálás során több tagsági érték jön létre. A fuzzy operátorok alkalmazásával ezekből egyetlen igaz értéket állít elő a rendszer. Jelen esetben csupán az ÉS operátor alkalmazására volt szükség, amint az a következő pontban leírt szabályoknál bemutatásra kerül.

## 3. Következtetés vagy implikáció (HA-AKKOR szabályok) alkalmazása.

Az implikáció input értéke az előtagból a logikai operátorok alkalmazásával nyert igaz érték, az output pedig egy (vagy több) fuzzy halmaz. A HA-AKKOR szabályok a jelen esetben az alábbi

- HA geokémiai paraméter<sub>1</sub> ( $\text{SiO}_2$ ) = gyengén mállott ÉS geokémiai paraméter<sub>2</sub> ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) = gyengén mállott ÉS ... geokémiai paraméter<sub>8</sub> ( $\text{Sr}/\text{Ba}$ ) = gyengén mállott ÉS üledéktani paraméter<sub>1</sub> ( $<0,002 \text{ mm}$ ) = gyengén mállott ÉS ... üledéktani paraméter<sub>3</sub> ( $M_z$ ) = gyengén mállott, AKKOR „gyengén mállott lösz”



- HA geokémiai paraméter<sub>1</sub> (SiO<sub>2</sub>) = mállott ÉS geokémiai paraméter<sub>2</sub> (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = mállott ÉS ... geokémiai paraméter<sub>8</sub> (Sr/Ba) = mállott ÉS üledéktani paraméter<sub>1</sub> (<0,002 mm) = mállott ÉS ... üledéktani paraméter<sub>3</sub> (M<sub>z</sub>) = mállott, AKKOR „mállott lösz”
- HA geokémiai paraméter<sub>1</sub> (SiO<sub>2</sub>) = erősen mállott ÉS geokémiai paraméter<sub>2</sub> (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = erősen mállott ÉS ... geokémiai paraméter<sub>8</sub> (Sr/Ba) = erősen mállott ÉS üledéktani paraméter<sub>1</sub> (<0,002 mm) = erősen mállott ÉS ... üledéktani paraméter<sub>3</sub> (M<sub>z</sub>) = erősen mállott, „akkor” „erősen mállott lösz”
- HA geokémiai paraméter<sub>1</sub> (SiO<sub>2</sub>) = paleotalaj ÉS geokémiai paraméter<sub>2</sub> (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = paleotalaj ÉS ... geokémiai paraméter<sub>8</sub> (Sr/Ba) = paleotalaj ÉS üledéktani paraméter<sub>1</sub> (<0,002 mm) = paleotalaj ÉS ... üledéktani paraméter<sub>3</sub> (M<sub>z</sub>) = paleotalaj, AKKOR „paleotalaj”

formában jelennek meg, ahol a HA rész a premissza, az AKKOR utáni rész a konklúzió.

Az implikáció során tehát a jelen esetben tulajdonképpen a négy szabálysornak megfelelően konklúzióként négy fuzzy halmazt kapunk eredményül (62., 63., 64. ábra). Az ÉS alkalmazásával tehát a legszigorúbb szabálysort alkottuk meg és eszerint osztályoz a rendszer. Csak akkor kapunk a szabálysorok végén eredményt, ha minden input paraméter azonos kategóriába esik.

#### 4. A konklúziók egyesítése, aggregációja.

Az egyesítés során az egyes szabályok által létrehozott fuzzy halmazok egyetlen aggregált fuzzy halmazzá kombinálása történik. Ez utóbbi aggregált vagy egyesített fuzzy halmaz tagsági értéke a szabályok illetve az implikáció által létrehozott fuzzy halmazok súlyozásából adódik. Jelen esetben a négy szabálysorból négy fuzzy halmaz adódik, amelyek súlyozásából jön létre az egyetlen aggregált fuzzy halmaz.

#### 5. Defuzzyfikálás.

A defuzzyfikálással az előző lépésben nyert aggregált vagy egyesített fuzzy halmazból egyetlen, úgynevezett éles értéket ( $z_0$ ) kapunk. Több módszer ismert ennek megoldására, azonban a jelen esetben a centroid kalkulációt alkalmaztam, amely a legelterjedtebb és a kétdimenziós függvény súlypontját adja értékül. Az eredmény egy 0 és 4 közé eső szám, amely szélső értékeket a négy üledékkategóriának (gyengén mállott-, mállott-, erősen mállott lösz és paleotalaj) megfelelően választottam (61. ábra). Az egyes kategóriákat trapéz alakú tagsági függvények adják meg, ugyanis véleményem szerint ezek jól jellemzik azokat. Ahogy



az egyik kategória tagsági értéke 1-ről 0-ra csökken, úgy növekszik a „szomszédos” kategória tagsági értéke 0-ról 1-re. Logikusan, ahol az egyik 1 értékű, ott a másik 0.

A trapéz alakú tagsági függvényt az alábbi paraméterek

$$\mu_A(x; a, b, c, d) = \left\{ \begin{array}{ll} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{array} \right\}$$

írják le. Az  $a$  és  $d$  paraméterek adják meg a trapéz „lábait”, a  $b$  és  $c$  paraméterek pedig a „vállait”. Ábrázolva azt látjuk, hogy az  $a$  és  $d$  paraméterek mindig a 0 tagsági értéknek megfelelő helyen vagy vonalon lesznek, a  $b$  és  $c$  paraméterek pedig az 1 tagsági értéknek megfelelő vonalon. A trapéz az esetek többségében nyilvánvalóan nem szimmetrikus alakú.

#### 9.4. Fejlesztési lehetőségek, új alkalmazási területek

A rendszer természetesen nem végleges, annak egyes elemein további finomításokat lehet elvégezni a jövőben. Ilyen területek például az egyes üledékföldtani és geokémiai paraméterek (inputok) száma és az üledékkategóriákra jellemző tartományok értékei, a felhasznált tagsági függvények típusai (trapezoid helyett esetleg kétoldalú összetett Gauss-féle eloszlásgörbék alkalmazása) és a logikai operátorok, a szabályok súlyozása, a defuzzifikálás módszere.

A fuzzy halmazok elmélete és a fuzzy logika nem csupán az üledékkategorizálásban használható fel, hanem a Mollusca-faunák segítségével történő ökoszisztémái értékeléseknél is. Ennek kifejlesztése a jövő egy ígéretes feladata lehet.



## 10. A TERÜLET NEGYEDIDŐSZAKI ÜLEDÉKEINEK A VIZSGÁLATOK ÁLTAL KIMUTATOTT FAJLISTÁJA

A 11 vizsgált szelvényből előkerült Mollusca-fauna 20.424 egyedének faji szintű meghatározása révén az alábbi fajlista adódott.

A területen élt puhatestűek listája alfabetikus sorrendben:

Vízi fajok:

1. *Anisus spirorbis* (LINNAEUS)
2. *Anisus vortex* (LINNAEUS)
3. *Armiger crista* (LINNAEUS)
4. *Bithynia leachi* (SHEPPARD)
5. *Bithynia tentaculata* (LINNAEUS)
6. *Lymnaea palustris* (MÜLLER)
7. *Lymnaea peregra* (MÜLLER)
8. *Planorbarius corneus* (LINNAEUS)
9. *Planorbis planorbis* (LINNAEUS)
10. *Valvata piscinalis* (MÜLLER)
11. *Valvata pulchella* STUDER

Szárazföldi fajok:

12. *Aegopinella minor* (STABILE, 1864)
13. *Arianta arbustorum* (LINNAEUS, 1758)
14. *Bradybaena* (*Bradybaena*) *fruticum* (MÜLLER, 1774)
15. *Carychium minimum* MÜLLER, 1774
16. *Catinella* (*Quickella*) *arenaria* (BOUCHARD-CHANTEREAUX, 1837)
17. *Cecilioides* (*Cecilioides*) *acicula* (MÜLLER, 1774)
18. *Chondrula* (*Chondrula*) *tridens* (MÜLLER, 1774)
19. *Clausilia* (*Clausilia*) *dubia* DRAPARNAUD, 1805
20. *Clausilia* (*Clausilia*) *pumila* PFEIFFER, 1828
21. *Cochlicopa lubrica* (MÜLLER, 1774)
22. *Cochlodina* (*Cochlodina*) *laminata* (MONTAGU, 1803)
23. *Columella columella* (G. V. MARTENS, 1830)
24. *Columella edentula* (DRAPARNAUD, 1805)



25. *Daudebardia (Daudebardia) brevipes* (DRAPARNAUD, 1805)
26. *Discus (Discus) perspectivus* (MÜHLFELD, 1816)
27. *Discus (Discus) ruderatus* (FÉRUSAC, 1821)
28. *Ena (Ena) montana* (DRAPARNAUD, 1801)
29. *Euconulus (Euconulus) fulvus* (MÜLLER, 1774)
30. *Granaria frumentum* (DRAPARNAUD, 1801)
31. *Helicopsis (Helicopsis) striata* (MÜLLER, 1774)
32. *Neostyriaca corynodes* (HELD, 1836)
33. *Nesovitrea hammonis* (STRÖM, 1765)
34. *Orcula doliolum (Sphyradium doliolum)* (BRUGUIÉRE, 1792)
35. *Orcula doliolum* (DRAPARNAUD, 1801)
36. *Oxyloma elegans* (RISSO, 1826)
37. *Perforatella (Perforatella) bidentata* (GMELIN, 1788)
38. *Perforatella (Pseudotrichia) rubiginosa* (SCHMIDT, 1853)
39. *Punctum (Punctum) pygmaeum* (DRAPARNAUD, 1801)
40. *Pupilla (Pupilla) muscorum* (LINNAEUS, 1758)
41. *Pupilla (Pupilla) sterri* (VOITH, 1838)
42. *Pupilla (Pupilla) triplicata* (STUDER, 1820)
43. *Semilimax (Semilimax) semilimax* (FÉRUSAC, 1802)
44. *Succinea (Succinella) oblonga* DRAPARNAUD, 1801
45. *Succinea (Succinea) putris* (LINNAEUS, 1758)
46. *Trichia (Trichia) hispida* (LINNAEUS, 1758)
47. *Truncatellina cylindrica* (FÉRUSAC, 1807)
48. *Vallonia costata* (MÜLLER, 1774)
49. *Vallonia enniensis* (GREDLER, 1856)
50. *Vallonia pulchella* (MÜLLER, 1774)
51. *Vallonia tenuilabris* (BRAUN, 1843)
52. *Vertigo alpestris* ALDER, 1838
53. *Vertigo pygmaea* (DRAPARNAUD, 1801)
54. *Vertigo substriata* (JEFFREYS, 1833)
55. *Vitrea (Crystallus) crystallina* (MÜLLER, 1774)
56. *Vitrina (Vitrina) pellucida* (MÜLLER, 1774)







## 11. A DÉL-BARANYAI LÖSZ-PALEOTALAJ SOROZATOK KELETKEZÉSÉNEK PALEOÖKOLÓGIAI REKONSTRUKCIÓJA ÉS RÉTEGTANI ÉRTÉKELÉSE

### 11.1. A rétegtani értékelésről

A Mollusca-faunák biosztratigráfiai illetve malakosztratigráfiai besorolása rendkívül kényes és korántsem egyszerű kérdés. A malakológiai anyag értékelése főként a fauna összetétele és jellegzetességei, egyes fajok dominancia-viszonyai valamint ideális esetben korjelző, sztratigráfiai jelentőségű fajok segítségével történt. Ez utóbbiakhoz alapvetően két faj, a *Neostyriaca corynodes* és a *Punctum pygmaeum* tartoztak.

A *Neostyriaca corynodes* faj az adatok szerint a középső-pleisztocén riss glaciálisában élt utoljára területünkön, előfordulása hazánkban általában a gerinces sztratigráfia szerinti felső-bihari és oldenburgi őslénytani szintekhez köthető. Alsó- és felső-pleisztocén löszökből eddig nem került elő (KROLOPP 2003). Az eddigi megállapítások szerint az adott faj kísérfőfaunája az idősebb középső-pleisztocén üledékekben enyhe illetve mérsékelt hűvös klímát jelez, míg a fiatalabb középső-pleisztocén képződményekben a *Neostyriaca corynodes* hűvös vagy hideg klímára utaló „löszfauna” tagja (KROLOPP 1994). SÜMEGI és KROLOPP (2005) szerint a fiatalabb (würm korú) és az idősebb (mindel, riss glaciálisokban keletkezett) löszöket ennek a fajnak a segítségével lehet jól elkülöníteni a Kárpát-medencében.

A *Punctum pygmaeum* faj, a másik korjelző a Kárpát-medence centrális részén általában 5-70% közötti dominanciacsúccsal jelentkezik bizonyos szintekben, amelyek ez alapján a *Semilimax kotulai* szubzóna *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonulájába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) sorolhatók.

A sztratigráfiai besorolásoknál eddig a *Catinella arenaria* fajt is felhasználták, mint a würm<sub>2-3</sub> interstadiálisban jellegzetesen előforduló (SÜMEGI és KROLOPP 1995) faunaelemet. A faj eddig csupán a magyarországi felső-pleisztocén üledékekből került elő (KROLOPP 2003), idős löszökből csupán néhány bizonytalan előfordulása volt ismert, s nem volt egyértelmű a példányok adott fajhoz való tartozása (KROLOPP ex. litt.). Ezt a fajt a munkában nem lehetett felhasználni a rétegtani besorolásoknál, ugyanis a jelen vizsgálatokból utóbb kiderült, hogy a *Catinella arenaria* faj – legalábbis Dél-Baranyában – a középső-pleisztocén képződményekben is előfordul, nem csupán a felső-pleisztocénben, ami új rétegtani adatnak bizonyul.

Alapvetően a malakosztratigráfiai besorolások – és persze a makroszkópos megfigyelések, a paleotalajok jellege, helyzete – alapján történhetett meg a lösz-paleotalaj sorozatok lito- és kronosztratigráfiai értékelése, ami az előző bizonytalanságaiból fakadóan szintén további vizsgálatok által történő megerősítésre szorul. Feltehető tehát, hogy a közetrétegtani-



geokronológiai besorolást a későbbi vizsgálatok bizonyos esetekben módosíthatják. Sajnos a rétegtani értékelést orientáló marker horizontok (pl. Bag Tefra, Paks Tefra; HORVÁTH 2001) nem voltak felfedezhetők a szelvényekben, ami nem segítette a besorolást.

Az alábbi rétegtani értékelést a magyarországi löszök utóbbi 15 évben revideált lito- és kronosztratigráfiai rendszerének (WINTLE és PACKMANN 1988, ZÖLLER és WAGNER 1990, OCHES és MCCOY 1995, PÉCSI 1995; FRECHEN et al. 1997; PÉCSI 1998; PÉCSI et al. 2002; SÜMEGI és KROLOPP 2005) megfelelően végeztem el.

A kutatás jelenlegi állása alapján a vizsgált 11 szelvény rétegtani helyzetéről és a rétegsorok keletkezési körülményeiről az alábbiak mondhatók el (52., 53. ábra).

## 11.2. Őskörnyezeti rekonstrukció és rétegtani értékelés

### 11.2.1. „Idős” lösz sorozat (Paksi Lösz Formáció) felső szakasza

A legidősebb feltárt löszköteg a mindelő glaciálisban keletkezett (Beremend 10,65-11,60 m), körülbelül 460-500 ezer BP év körül. Az üledéktani és geokémiai információk szerint ez az üledék az erősen mállott löszök kategóriájába tartozik. Ebből a szintből sikerült kimutatni, a középső-pleisztocénben jellemző *Neostyriaca corynodes* fajt, amelyre alapozva a sztratigráfiai besorolás is történt. Kísérőfaunájából egyetlen hidegjelző faj sem került elő. A szint faunájának jó részét a termofil (főként *Helicopsis striata*) és mezofil (*Vallonia costata*) fajok adják, emellett megjelennek a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő és a szubhigrofil, higrofil fajok. Ezek alapján feltételezhető, hogy az üledékképződés viszonylag enyhe körülmények között ( $T_{July}^0$ : ~16-17 °C) erdős életterekkel megszakított, jobbra nyílt vegetációjú területen zajlott.

Az előző szintre települő barna erdőtalaj (Beremend 10,25-10,65 m, B<sub>1</sub>-jelű paleotalaj) a geokémiai adatok szerint igen intenzív málláson és pedogenezisen esett át. A talaj felső része erőteljesen erodálódott, éles határral válik el a felette települő löszről. Faunája teljesen értékelhetetlen, ugyanis az előzőleg említett folyamatok okozta kioldódás következtében abból csupán egyetlen héj került elő.

A talajszintre következő erősebben mállott löszréteg (Beremend 9,40-10,25 m) faunájában a melegkedvelő, szárazságtűrő és a nagy ökológiai tűrőképességű (főként *Vallonia costata*) fajok dominálnak. Néhány példány erejéig megjelennek a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek (*Clausiliidae* sp., *Discus ruders*), két erdei faj (*Ena montana*, *Clausilia pumila*)



és szubhigrofil, higrofil elemek is. Ebben a periódusban tehát nagyon enyhe klíma ( $T_{\text{July}}^{\circ} > 17^{\circ}\text{C}$ ) uralkodott, ahol az üledékképződés zártabb vegetációval borított térszínen zajlott.

Erre a löszrétegre települ barna erdőtalaj (Beremend 7,80-9,40 m, B<sub>2</sub> jelű paleotalaj) a geokémiai adatok szerint az adott zóna az alatta fekvő őstalaj szintéhez hasonló, extrém magas intenzitású pedogenezisen és málláson esett át. Ennek hatására a csigahéjak jó része megsemmisülhetett, ugyanis csupán néhány termofil, xerotherm, valamint mezofil elem jelenik meg benne, így a fauna teljesen értékelhetetlen. A B<sub>1</sub> és B<sub>2</sub> paleotalajok részben valószínűleg a Ph<sub>1-2</sub> jelű őstalajokkal prahuzamosíthatók, melyek képződésének kora 360-380 illetve 440-460 ezer év (PÉCSI 1995, 1998).

A Ph és a Mende Bázis talajok között települt erősebben mállott löszréteg (Beremend 6,50-7,80 m) Mollusca-faunájában ismét kizárólag a termofil elemek (főként a *Helicopsis striata* és a *Pupilla triplicata*), valamint a nagy ökológiai tűrőképességű fajok (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea*) jelennek meg. Ebben a zónában – az eddig kizárólag felsőpleisztocén képződményekből előkerült (KROLOPP 2003) – *Catinella arenaria* faj is megjelent, amelyről éppen ez az előfordulása bizonyítja, hogy – legalábbis Dél-Baranyában – a középsőpleisztocénben is jelen volt. A fauna alapján az üledék akkumulációja továbbra is enyhe, sőt nagyon enyhe ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $\sim 17^{\circ}\text{C}$ ) klimatikus körülmények között, nyílt, füves vegetációval borított területen ment végbe.

A Mende Bázis (MB) fosszilis talajszinttel párhuzamosítható a Beremenden a 4,90-6,50 m között települt, B<sub>3</sub> jelű paleotalaj illetve valószínűleg a Bácsfapuszta Bp<sub>1</sub> jelű talaj (5,80-6,60 m). A magyarországi típuslelőhelyek alapján PÉCSI (1985, 1995, 1998) az MB<sub>1</sub> szintjét erdősztyepp talajnak, MB<sub>2</sub> szintjét jól fejlett, poligenetikus barnaföldnek (Braunerde, BRONGER 1970; Parabraunerde), de Beremenden PÉCSI et al. (1977) vörösbarna mediterrán jellegű fosszilis erdőtalajnak minősítik. Kora PÉCSI (1995, 1998) szerint 320-360 ezer (MB<sub>2</sub>), illetve 280-310 ezer (MB<sub>1</sub>) BP év. A szintből a csigahéjak jó része kioldódott, így a fauna statisztikusan értékelhetetlen. Néhány példány erejéig a melegkedvelő (*Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*) és a nagy ökológiai tűrőképességű elemek, egy példánnyal a *Punctum pygmaeum*, valamint vízi fajok jelennek meg. Az alacsony egyedszám miatt minden megállapítás bizonytalan a szinttel kapcsolatban, mégis feltehető, hogy az ebben az időszakban lezajlott pedogenezis enyhe, nedves klímán mehetett végbe. Ezt igazolják a geokémiai és üledéktani információk is, amelyek továbbra is erőteljes mállásra és



talajképződésre utalnak. A talajszint felett jelentős réteghiány mutatkozik a beremendi feltárásban.

#### 11.2.2. „Fiatal” lösz sorozat alsó szakasza (Mende-basaharci Löszösszlet)

Több feltárás bizonyos szelvényszakaszai és az azokból előkerült faunák valószínűleg fiatalabb középső-pleisztocén korúak, a riss glaciálisban akkumulálódott löszképződményeket tárnak fel. A faunák alapvetően két részre különíthetők.

Bizonyos rétegsorokban (Beremend 2,85–4,90 m, Bácsfapuszta 4,50–5,80 m, feltehetően a Majs 1. számú feltárás 6,40–7,20 m közötti része) a kimutatott fauna 60–70 %-át a nagy tűrőképességű fajok adják, domináns elem az enyhébb szakaszokban jellemző *Vallonia costata*. Kísérője a nyílt területen élő *Pupilla muscorum*. A fauna további ¼-ed részét a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok teszik ki (*Chondrula tridens*, *Granaria frumentum*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*). Ebben a zónában – az eddig kizárólag felső-pleisztocén képződményekből előkerült (KROLOPP 2003) – *Catinella arenaria* faj is megjelent, amelyről ez az előfordulása is bizonyítja, hogy – legalábbis Dél-Baranyában – a középső-pleisztocénben is jelen volt. A fent említett ökológiai csoportokba tartozó fajokon kívül a malakológiai anyagban megjelennek még a szubhigrofil (*Nesovitrea hammonis*, *Vitrea crystallina*, *Cochlicopa lubrica*) a higrofil, hidegtűrő (*Succinea oblonga*, *Trichia hispida*) és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő (*Clausilia dubia*, *Punctum pygmaeum*) elemek is. Felbukkan továbbá néhány vízi faj is. Az üledékképződés az adott szintek létrejötte idején továbbra is nagyon enyhe klímán ( $T_{\text{July}}^{\circ}: \sim 16,5\text{--}17,3^{\circ}\text{C}$ ), zártabb, bokros, erdős sztyeppvegetáció mellett mehetett végbe.

A löszképződés egy másik szakaszában egy faunaösszetételében eltérő szint (Majs 1. számú feltárás 3,30–6,40 m, Majs 3. számú feltárás 2,80–3,60 m, Töttös 2,40–3,60 m, Monyoród 7,80–8,40 m) következik, amelynek anyagában a termofil, xerotherm fajok (*Granaria frumentum*, *Pupilla triplicata*, *Helicopsis striata*, *Chondrula tridens*) játszanak döntő szerepet (~65 %). Jelen vannak még a nagy tűrőképességű fajok (főként a *Vallonia costata*), amelyek a fauna 1/3-át teszik ki. A nedvességkedvelő fajok csupán elvétve fordulnak elő. Ennek a szintnek a faunája mind a fajsza, mind pedig az egyedszám tekintetében szegényebb. A területet ebben a szakaszban nyílt vegetáció boríthatta, ahol a hőmérséklet tovább emelkedett ( $T_{\text{July}}^{\circ}: \sim 19^{\circ}\text{C}$ ), a csapadék mennyisége pedig jelentősen lecsökkent, az éghajlat szárazabbá vált.

Több feltárásban ezt a szakaszt követően ismét egy mezofil fajok által uralt (60–70%) fauna következik (Majs 2./a 5,20–6,00 m, Majs 3. 0,00–2,40 m, Töttös 0,00–2,00 m, Villánykövesdi



Téglagyár 3. szelvénytag 20-22., 2. szelvénytag 10-14. minta), amelyben domináns a *Pupilla muscorum* és néhol a *Vallonia costata* fajok. A fauna negyedét a termofil fajok adják (főként *Pupilla triplicata*, *Granaria frumentum*, *Chondrula tridens*). Megjelennek a szubhigrofil és higrofil, hidegtűrő fajok, valamint a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek is. Némely esetben (pl. Töttös) egy-egy hidegkedvelő faj (*Columella columella*, *Pupilla sterri*) is előfordul. Az üledékképződés ebben a szakaszban alacsonyabb hőmérsékleten, de még mindig enyhe klímán ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ : ~16,5-17,5 °C), erdős foltokkal mozaikszerűen megszakított, jobbra nyílt vegetációval borított térszínen mehetett végbe.

A Mende Felső (MF) Talajkomplexum alsó szintje (MF<sub>2</sub>) több feltárásban (Bácsfapuszta 3,30-4,50 m között települő Bp<sub>2</sub> jelű őstalaj, Monyoród 7,10-7,80 m közötti Mo<sub>1</sub> jelű szint, Beremend 1,90-2,85 m közötti B<sub>4</sub> jelű talajszint) is nyomozható. Ennek a jól fejlett, genetikailag erőssztyepp (PÉCSI 1995, 1998), SÜMEGI és KROLOPP (2005) szerint erdőtalajnak a képződési ideje a riss/würm interglaciálisra tehető (WINTLE és PACKMANN 1988, OCHES és MCCOY 1995, FRECHEN et al. 1997, SÜMEGI és KROLOPP 2005). Kora ZÖLLER és WAGNER (1990) TL vizsgálata szerint Mendén 69.3±5.4 ka, NOVOTHNY et al. (2002) szerint az albertirsai rétegsorban 65.9±10.7 ka, PÉCSI (1995, 1998) szerint 85-105 ezer, SÜMEGI és KROLOPP (2005) szerint 90-130 ezer, FRECHEN et al. (1997) szerint 60-130 ezer BP évek közé tehető. A szint faunájában az egyedszám a mállást és talajképződést kísérő intenzív héjkioldódásnak köszönhetően rendkívül alacsony. A malakológiai anyag mintegy 40%-át a termofil fajok, főként a *Granaria frumentum*, *Helicopsis striata* és *Chondrula tridens* adják. A mezofil elemek (főként a *Vallonia costata*) teszik ki a fauna másik jelentős (50-55%) részét és egy-egy példány erejéig szubhigrofil fajok és néhol nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek is megjelennek. A malakofauna alapján feltehető, hogy az adott szint kialakulása során a klíma igen enyhe lehetett. A geokémiai adatok szerint a mállás és pedogenezis intenzitása a MF<sub>2</sub> talajszint kialakulása során igen magas fokú volt.

A MF<sub>2</sub> és MF<sub>1</sub> paleotalajok között települt mállott lösz (Monyoródi Téglagyár 6,50-7,10 m, Bácsfapuszta 2,45-3,30 m) – melyben WINTLE és PACKMANN (1988) 43.4±3.8 ka, ZÖLLER és WAGNER (1990) 44.3±2.7 ka, FRECHEN et al. (1997) 55.0±5.4 TL korokat mutattak ki – faunájának egyedszáma ismét rendkívül alacsony, statisztikusan értékelhetetlen. Benne néhány melegkedvelő, szárazságtűrő faj és széles toleranciájú elem jelenik meg. Ezek alapján a lösz képződése nyílt vegetációval borított területen, meglehetősen enyhe klímán mehetett végbe.



A Mende Felső Talajkomplexum felső szintje (MF<sub>1</sub>) egy általában gyengén fejlett, PÉCSI et al. (1977) és PÉCSI (1985, 1993) szerint csernozjom jellegű, erdőssztyepp talaj. PÉCSI (1995, 1998) 45-60 ezer BP évek között felhalmozódott szintnek, FRECHEN et al. (1997) 35-50 ezer BP évek közötti korúnak, míg SÜMEGI és KROLOPP (2005) késő és középső-würm határán (25-30.000 BP évek) keletkezettnek tartja. WINTLE és PACKMANN (1988) az MF<sub>1</sub> felett lévő löszből  $24.0 \pm 2.0$  ka, az alatta települt löszből  $43.4 \pm 3.8$  ka, ZÖLLER és WAGNER (1990)  $44.3 \pm 2.7$  ka adatokat publikált. NOVOTHNY et al. (2002) az albertirsai feltárásban MF<sub>1</sub> szinttel párhuzamosított réteget 25-37 ezer BP évek közötti korúnak találták. Az őstalaj malakofaunájának (Majs 1. 2,45-3,30 m, Monyoródi Téglagyár 5,90-6,50 m, Bácsfapuszta 2,10-2,45 m) egyedszáma viszonylag alacsony, abban alapvetően két ökológiai csoport fajai, a mezofil (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea*) és termofil fajok (*Chondrula tridens*, *Granaria frumentum*, *Helicopsis sitriata*) jelennek meg. Az adott paleotalaj horizont ezek szerint enyhe klímaszakaszban fejlődhetett ki. A kémiai elemek összetétele és az üledékföldtani eredmények szerint a mállás és talajképződés erőssége némileg gyengébb volt, mint a MF<sub>2</sub> őstalajszint esetében.

A Majs 2. számú feltárás b) szelvényében 1,60-2,40 m között települt erősen mállott lösz is ebből a periódusból származik. Ezt <sup>14</sup>C-adatok bizonyítják, ugyanis a benne talált vízi fauna csigahéjainak radiometrikus kora  $33270 \pm 1140$  BP év. A Mollusca-fauna döntő hányadát (92 %) a vízi fajok adják, domináns szerepűek az *Anisus spirorbis*, a *Planorbis planorbis*, a *Bithynia leachi* és a *Valvata pulchella*. A szárazföldi elemek nagy részét a vízparti higrofil, szubhigrofil fajok (*Oxyloma elegans*, *Succinea oblonga*) teszik ki. Kisebb mennyiségben a termofil, szárazságtűrő és a nagy tűrőképességű fajok csoportja is jelen van. A fauna alapján a klíma tehát feltehetően viszonylag enyhe lehetett, amire több termofil faj jelenléte is utal (*Granaria frumentum*, *Chondrula tridens*).

### 11.2.3. „Fiatal” lösz sorozat felső szakasza (Dunaújváros-tápiószüli Löszösszlet)

A Mende Felső (MF) Talajkomplexum feletti löszkötegek, amelyek a *Catinella arenaria* szubzóna *Pupilla triplicata* zonulájába (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) tartoznak két feltárásban is kimutathatók (Nagynyárád 2,80-3,20 m, Monyoródi Téglagyár 5,20-5,60 m). A malakofauna 40-50%-át is a termofil fajok, főként a *Pupilla triplicata* (aránya a 25-30%-ot is elérheti), *Chondrula tridens*, *Granaria frumentum* teszik ki. A mezofil csoport 40-50% körüli arányban jelenik meg. Képviselőjük általában két faj, a *Vallonia costata* és a *Pupilla muscorum*. Mindezek alapján feltehető, hogy az adott szint üledékeinek képződése idején a klíma



viszonylag meleg ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $\sim 17,7-18,4^{\circ}\text{C}$ ) és száraz lehetett, a területet jobbra nyílt, füves vegetáció boríthatta.

Öt feltárásból (Majs 2. számú feltárás a) szelvénye 0,40-1,60 m, Nagynyárád 1,60-2,80 m, Monyoród 0,80-2,80 m, Bácsfapuszta 0,60-1,40 m, Villánykövesd 2,40-3,90 m) mutatható ki a *Semilimax kotulai* alzóna *Vallonia costata* zonulája (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995). A puhatestű anyag mintegy felét, bizonyos esetekben 60-70%-át a nagy tűrőképességű fajok adják, ezen belül is a *Vallonia costata* faj aránya néhol a 25-30%-ot is elérheti. A melegkedvelő, szárazságtűrő csoport alkotja a fauna másik jelentős (30%) részét, domináns elem a *Pupilla triplicata* és a *Granaria frumentum*. A malakológiai anyag akár 1/5-ét is adhatják a szubhigrofil (*Vitrea crystallina*, *Nesovitrea hammonis*), a hidegtűrő, higrofil (*Trichia hispida*, *Succinea oblonga*) és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő (*Clausilia dubia*, *Punctum pygmaeum*) elemek. Ez alapján az üledékképződés enyhe, nagyon enyhe ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $17,0-18,5^{\circ}\text{C}$ ), nedves klímán mehetett végbe az adott szakaszban, ahol a nyílt és zárt fázis közötti átmeneti vegetáció boríthatta a területet. Az adott szint löszei mállottak, néhol erősebben mállottak. Három feltárársban (Nagynyárád N<sub>1</sub> szintje: 1,50-2,00 m, Monyoródi Téglagyár Mo<sub>3</sub> szintje: 0,80-1,50 m, Villánykövesdi Téglagyár V<sub>3</sub> szintje: 2,55-3,25 m) pedig a mállás és pedogenezis embrionális talajszint, ún. humuszos horizont kifejlődéséig jutott. Ezek a horizontok feltehetően a Dunaújváros-Tápiósülyi Löszösszlet alsó humuszos (h<sub>2</sub>) horizontjai (PÉCSI et al. 1977; PÉCSI 1985, 1993) lehetnek, melyeknek kora 20.000-22.000 BP évekre (SÜMEGI és KROLOPP 1995) illetve 20.000-23.000 BP évekre (NOVOTHNY et al. 2002) tehető.

A *Semilimax kotulai* alzóna *Columella columella* zonulája (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) öt feltárársban (Nagynyárád 0,20-0,40 m, Bácsfapuszta 0,00-0,60 m, Liptód 2,00-2,80 m) azonosítható. Az adott zonula faunaegyüttesében domináns szerepűek a nagy tűrőképességű csoport fajai (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea*). A puhatestű anyag másik részét a melegkedvelő, szárazságtűrő elemek (bizonyos mintákban főként a *Pupilla triplicata* száma jelentős) teszik ki. A fauna további mintegy 1/10-ét, néhol akár 1/5-ét is a higrofil, hidegtűrő fajok (jórészt *Succinea oblonga* és *Trichia hispida*, néhol kis számban *Columella edentula*) adják. Megjelennek még a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő, a szubhigrofil, nyílt területre jellemző elemek és néhány példánnyal a hidegjelző, arktikus-alpin *Columella columella* és a xeromontán, észak-ázsiai elterjedésű *Vallonia tenuilabris* fajok is. A fauna összetétele alapján a löszképződés ebben a periódusban az előzőhöz képest hűvösebb, de továbbra is enyhe ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ :  $16,1-16,6^{\circ}\text{C}$ ), nedves klímán, bokros-erdős életterekkel



mozaikszerűen megszakított, jobbára mégis nyílt vegetációval borított üledékképződési környezetben mehetett végbe. Az üledékföldtani és geokémiai adatok szerint az adott zóna üledékei jórészt a mállott lösz kategóriájába tartoznak.

Az előző paleoökológiai-ökosztratigráfiai szakaszt követő *Punctum pygmaeum*-*Vestia turgida* zonula (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) faunája több feltárás rétegsorában is tanulmányozható (Majs 2. számú feltárás a) szelvénye 0,20-0,40 m, Monyoródi Téglagyár 0,20-0,80 m, Liptód 0,20-1,20 m, Villánykövesdi Téglagyár 1,60-2,40 m). A malakológiai anyagban a széles ökológiai toleranciával rendelkező csoport 30-40% körüli arányban van jelen. Jellemző fajaik a *Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*, a montán *Orcula dolium*, a *Vertigo pygmaea*, néha a *Bradybaena fruticum*. A puhatestű fauna mintegy 10-20%-át a termofil, xerotherm elemek teszik ki, domináns elem a *Pupilla triplicata* és a *Granaria frumentum*. További 15-20%-os (néha 30%!) aránnyal a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő (*Clausilia dubia*, *Arianta arbustorum*, *Cochlodina laminata*, *Discus ruders*, *Punctum pygmaeum*), néhány példánnyal pedig az erdei elemek (*Clausilia pumila*, *Perforatella bidentata*, *Vitrina pellucida*) fordulnak elő. A *Punctum pygmaeum* faj ebben a szakaszban éri el dominancia-maximumát, a vizsgált üledékekben 4,5-27,4% közötti aránnyal. A Mollusca-fauna 1/10-ét (bizonyos esetekben akár 1/3-át!) a szubhigrofil, nyílt területen élő fajok (*Perforatella rubiginosa*, *Vitrea crystallina*, *Nesovitrea hammonis*, néhol *Semilimax semilimax*), míg további 10%-át (néhol 1/5-ét!) a higrofil, hidegtűrő fajok adják. Egy feltárásban (Liptód) kriofil fajok egy-egy példánya (*Columella columella*, *Vallonia tenuilabris*) is felbukkan. A fauna alapján tehát az üledékképződés átlagos-enyhe ( $T_{July}^o$ : 16,0-16,5 °C) hőmérsékletű, meglehetősen nedves klímán, zártabb növényzettel borított területen zajlott. Az adott zonula HUM által (2001) a Délkelet-Dunántúli üledékekből leírt elhúzódó jellege néhány dél-baranyai feltárásban is kimutatható. Az üledéktani és geokémiai vizsgálatok szerint ebben a periódusban többnyire mállott, néhol erősebben mállott löszök keletkeztek. Ez utóbbi kategória a humuszos horizontoknak felel meg. Egy feltárásban (Villánykövesdi Téglagyár V<sub>4</sub> szintje: 2,00-2,50 m) ezen embrionális talajszint kialakult, amely feltehetően a Dunaújváros-Tápiósülyi Löszösszlet felső humuszos (h<sub>1</sub>) horizontjával párhuzamosítható (PÉCSI et al. 1977; PÉCSI 1985, 1993), melynek kora 16.000-17.000 BP évekre tehető.

A *Punctum pygmaeum* dominanciacsúcsával jellemezhető szakasz feletti szint, a *Semilimax kotulai* alzóna *Pupilla sterri* zonulája (KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 1995) egy feltárásban (Villánykövesdi Téglagyár 0,40-1,60 m) volt megtalálható. A Mollusca-fauna



nagy részét (~60%) a mezofil fajok (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*, *Orcula dolium*) teszik ki. A puhatestű anyag 10%-át a termofil elemek (főként *Pupilla triplicata*), ¼-ét a higrofil, hidegtűrő fajok (*Succinea oblonga*, *Trichia hispida*) adják. A malakofaunában további 5-10%-os aránnyal a szubhigrofil, nyílt területen élő fajok (főként *Vitrea crystallina*), míg 3-5%-kal a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek (*Punctum pygmaeum*, *Clausilia dubia*) fordulnak elő. Néhány példány erejéig erdei elemek (pl. *Clausilia pumila*) is megjelennek. A fauna alapján az adott szakasz klímája átlagos ( $T_{\text{July}}^{\circ}$ : 15,9-16,1 °C) hőmérsékletű, viszonylag nedves lehetett, az üledékképződési környezetet egy-egy bokros-erdős folttal megszakított, jobbára mégis nyílt vegetáció boríthatta. A geokémiai és üledékföldtani adatok szerint gyengébben mállott löszök keletkeztek ebben a periódusban.

Az adott szint faunái, ahogy azt korábban HUM (2001) is leírta, közelebb állnak a *Columella edentula* zonula faunaegyütteséhez.

A vizsgált feltárások rétegsorai eddig a szintig tárták fel a felső-pleisztocént. Mindemellett jól látható, hogy a szelvényekben kisebb-nagyobb réteghiányok vannak, illetve bizonyos zonulák hiányoznak vagy nem mutathatók ki egyértelműen. A szelvényeknek több olyan szakasza is van, amelyek faunáit nem vagy csak feltételeesen lehetett besorolni, párhuzamosítani.



## 12. ELJEGESEDESEK, ŐSKÖRNYEZET, PALEOKLÍMA ÉS A „HIDEG-MELEG” LÖSZ KÉRDÉSKÖRE

### 12.1. Európa és a Kárpát-medence paleoklimája és őskörnyezete

Az elmúlt mintegy 700 ezer év, azaz a középső- és felső-pleisztocén során több glaciális/interglaciális ciklus alakult ki, amelyek emlékei szerte a Földön, a mélytengerektől a szárazföldekig megtalálhatók. Ebből az időből alapvetően négy – alpi elnevezéssel a günz, a mindel, a riss és a würm – szuperciklust (KUKLA 2005) ismerünk, amelyek közül a Skandináv jégtakaró a legnagyobb kiterjedését Európában a mindel – bizonyos szűkebb területeken a riss – glaciálisban érte el (EISMANN 2002). A riss korai fázisában a grönlandi jégminták (GRIP Summit, DANSGAARD et al. 1993) elemzése szerint néhány extrém meleg időszak jelentkezett, a késő-riss pedig nem volt olyan hideg és változatos, mint a késő-würm. Az ősi klímáról a legtöbbet nyilvánvalóan ez utóbbi a jelenhez időben legközelebb eső eljegesedésről, a würmről tudunk, melynek utolsó stadiálisa, amint fentebb említésre került egyben a pleisztocén leghidegebb klímaindikációjú fázisa volt (KRETZOI és PÉCSI 1982). A mélytengeri üledékminták elemzése (BOND et al. 1992) és grönlandi jégmintákkal történt összehasonlítása (BOND et al. 1993) révén a würm során „fűrészfog” mintázatú, egyre hidegebb interstadiálisok szukcesszióját tartalmazó, úgynevezett Dansgaard-Oeschger ciklusokat mutattak ki, amelyek egy elnyújtott hideg stadiálisban kulmináltak. Ezen stadiálisok során pedig úgynevezett Heinrich események – a mélytengeri fúrásmenták magas karbonát-, alacsony formaninifera tartalmú Heinrich rétegei – jelentek meg, melyeket követően igen gyors változás után, a következő ciklust jelző, markáns meleg interstadiálisok alakultak ki. Mindezek egy igen bonyolult óceán-légkör-jégtakaró rendszerre mutattak rá az Észak-Atlantikumban, ahol valószínűleg az erősödő poláris cella eredményezte egyre hidegebb interstadiálisokat tartalmazó Dansgaard-Oeschger ciklusok végén, extrém légköri lehűlés során létrejött Heinrich események intenzív jéghegy leválásokkal (jéghegy „borjadzással”) estek egybe. A sós tengervízbe keveredő olvadékvíz leállíthatta az észak-atlanti termohalin cirkulációt, ami által csökkent a tengervíz felszíni hőmérséklete. A jégpáncél kollapszusa ezt a folyamatot megfordította, így kerülhetett ismét több hó az Észak-Atlantikumba, ami nyilvánvalóan hatással volt Európa és azon belül áttételesen a Kárpát-medence klímájára.

Egy másik vizsgálat (JOHNSEN et al. 1992) szerint Grönlandon a hideg glaciális fázisokban 12-13 °C-kal volt alacsonyabb a hőmérséklet, mint jelenleg, ami jelentős környezeti változásokkal járt az egész Észak-Atlanti régióban, különösen Európában. A würm glaciális



egy- fázisaiban a legmelegebb hónapok középhőmérséklete ( $T_{july}$ ) 7-13 °C között mozgott (a leghidegebb würm<sub>3</sub> fázisban 7-8 °C körül) az Északnyugat-Európában és Közép-Európa északi részén végzett Coleoptera és botanikai vizsgálatok szerint (COOPE et al. 1997, AALBERSBERG and LITT 1998, HUIJZER and VANDENBERGHE 1998, KASSE et al. 1998, VANDENBERGHE et al. 1998, WITTE et al. 1998)

A Kárpát-medence, s azon belül is Magyarország területe az eljegesedések (günz, mindel, riss, würm) során a periglaciális, szubperiglaciális területek közé tartozott, ugyanis a jégtakaró lassú előnyomulásával az állat- és a növényvilág zonálisan áttelepült északról délre (PÉCSI et al. 2002). BÜDEL (1951) szerint a tundrazóna a würmben az é.sz. 51-45° között, a nem trópusi erdő zónája az é.sz. 45-36° között húzódtott Európában. Az utolsó eljegesedés során hazánk területe a jégkorszaki +10,5 °C-os júliusi izoterma mentén – amely egyébként megfelelt a poláris fahatárnak –, de annak egyenlítő felőli oldalán helyezkedett el (BÜDEL 1951), ezért nem a lösztundrák, hanem a lössztyepppek klímazónájába esett. BÜDEL (1951) térképe szerint a sztyepppek és erdősztyepppek határa valahol a Drávától délre lehetett a würm során. Európát ekkor alapvetően két konkurens áramlási rendszer uralta, ezen belül a Kárpát-medencében Ny-ÉNy-i valamint anticiklonális keleti szelek voltak jellemzőek MEYER és KOTTMEIER (1989) modellszimuláción és ősszél-indikátorokon (lössz, homokos lösz) alapuló eredményei alapján. PÉCSI (1965) szerint a Közép-Duna-medence orográfiai helyzete révén sajátos, önálló periglaciális provincia volt az el nem jegesedett Eurázsia periglaciális zónáján belül. A würm paleogeográfiai képének rekonstruálása során PÉCSI (1965) a löszök és egyes genetikai löszfajták (pl. deluviális lejtőlöszök, homokos lejtőlöszök) képződésének idején hideg-száraz, kontinentális jellegű lössztyepp klímát és hideg-nedves tundra-klímát említ. BARISS (1991) hasonlóképpen hűvös-hideg, erősen kontinentális sztyeppklímát feltételez a würm glaciális mindhárom stadiális fázisában Közép-Európa periglaciális zónáján.

Az elmúlt mintegy 60 ezer évre vonatkozóan pollenanalitikai vizsgálatok (JÁRAINÉ-KOMLÓDI 1969) adatai szerint az Alföldön a júliusi őshőmérséklet a stadiális fázisokban 9-13 °C között, a Brörup interstadiálisban 15-16 °C körül, őslénytani vizsgálatok (SÜMEGI 1989, SÜMEGI 1996) szerint ugyanakkor az elmúlt 30 ezer évben az Alföldön a hidegebb periódusokban 12-14 °C, míg az enyhébb fázisokban 16-17 °C között mozgott. A Délkelet-Dunántúlon később több vizsgálat (HUM és SÜMEGI 2001, HUM 2001) kimutatta, hogy a júliusi őshőmérséklet ( $T_{july}^o$ ) néhány fokkal magasabb lehetett, mint Magyarország északabbi területein, például az Alföldön. Bár erre a törvényszerűsége már korábban is utaltak (SÜMEGI és KROLOPP 1995),



azt felismerték és értelmezték klíma- és környezettörténeti, valamint dinamikus biogeográfiai szempontból is (SÜMEGI és KROLOPP 2002).

Már a kutatásaim első szakaszában a faunák összetételének vizsgálata során feltűnt, hogy – nem csupán a paleotalaj rétegekből, hanem a löszből származó mintáknál is – a faunák igen enyhe éghajlati viszonyokra utalnak, ugyanis azokban nagy arányban jelennek meg a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok a dél-baranyai szelvényekben. Az úgynevezett *Striata* fauna (*Helicopsis striata* és *Chondrula tridens* fajokkal) a löszrétegekben is igen gyakori. FINK és KUKLA (1977) szerint a *Striata* fauna enyhe, száraz intervallumokban jellemző és egyértelműen interglaciális jelleget kölcsönöz azon rétegeknek, amelyekben feltűnik. Később a „malako-hőmérő” módszer (SÜMEGI 1989, SZÖÖR et al. 1992, SÜMEGI 1996, 2001) segítségével kalkulált júliusi középhőmérsékleti értékek ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatai mutattak rá még élesebben arra, hogy a vizsgált terület löszképződési ciklusainak júliusi középhőmérsékleti értékei ( $T_{July}^{\circ}$ ) több fokkal magasabbak a Magyarország északabbi területeiről SÜMEGI (1989, 1996) által kimutatott, de némileg (főként a löszképződési fázisokban) a Délkelet-Dunántúl északabbi területeiről a HUM által (2001) kimutatott értékeknél is (58. ábra, 35. táblázat). A faunák alapján számolt őshőmérsékleti értékek ( $T_{July}^{\circ}$ ) 15,2 °C és 20,1 °C között, ezen belül a löszökből kimutatott értékek 15,56 és 19,06 °C között változnak a 100 feletti egyedszámú mintákban. Érdekes, hogy a jelen vizsgálatok szerint a löszképződési fázisok (stadiálisok) malako-hőmérő módszerrel számított júliusi átlaghőmérséklete ( $T_{July}^{\circ}$ : 15-18 °C) a Dél-Dunántúlon csupán mintegy 3-6 °C-kal tért el a mai értékektől ( $T_{July}^{\circ}$ : 21,5 °C). Ha az adatokat a feltételezett kor szerint rendezzük, a kevésbé megbízható 50 feletti és még inkább a már megbízható 100 feletti egyedszámú mintákból számolt őshőmérsékleti értékekben jól látható, hogy a középső-pleisztocén löszökből származó őshőmérsékleti adatok 17 °C körül és a felett tömörülnek, míg a felső-pleisztocén adatok egyrészt jobban szóródnak, másrészt egy jó részük 16-17 °C között, és 16 °C alatt jelentkeznek (54., 55., 56., 57. ábra). A felső-pleisztocén stadiális és mikrostadiális szakaszai során tehát a területen némileg (1-2 °C-kal) hűvösebb lehetett, mint a középső-pleisztocénben, másrészt a felső-pleisztocén szélsőségesebb is lehetett, ugyanis az egyes löszképző fázisokon belüli ingadozások őshőmérsékleti szélső értékei között nagyobb eltérés volt (4 °C), mint a középső-pleisztocén folyamán (1,5 °C), legalábbis annak a jelen vizsgálatok által feltárt szakaszán.

A Magyarország északabbi területein felismert jelentősebb lehűlési fázisok (SÜMEGI és KROLOPP 1995) sokkal kevésbé intenzíven (sőt 6 rétegsorban egyáltalán nem) mutathatók ki.



Ez arra utal, hogy a vizsgált területen ma meglévő szubmediterrán klímahatás az elmúlt időkben is meghatározhatta és befolyásolhatta a terület éghajlatát.

A faunisztikai vizsgálatok adataiból kiderült, hogy a vizsgált területen a növényzeti borítottság is nagyobb lehetett a löszképződés fázisaiban, mint az északabbi nyílt lössztyepeken. Ezt mutatták a területtől északabbra, a Délkelet-Dunántúlon végzett korábbi vizsgálatok adatai is (HUM 1999, FARKAS 2000). Tehát itt az interstadiálisokra jellemző erdőssztyepp zártabb növényzete egy-egy stadiális és mikrostadiális fázisban mozaikszerűen továbbra is megmaradhatott. A fent említett jelentősebb lehűlési fázisok éppen a növényzet okozta kiegyenlítő hatás (HUM 2001) miatt nem voltak érzékelhetők olyan mértékben a területen, mint az északabbi régiókban. A növényzet puffer hatása, szerepe tehát egy igen fontos tényező volt a szubmediterrán klímahatás, a magasabb őshőmérséklettel jellemezhető mezoklíma mellett. Ezek természetesen újabb bizonyítékai annak, hogy a Kárpát-medence paleoökológiai, paleoklimatológiai viszonyai korántsem voltak egységesek, ahogy az korábbi munkákból (SÜMEGI és KROLOPP 1995, SÜMEGI és KROLOPP 2002, SÜMEGI et al. 2002) már kiderült.

## 12.2. „Hideg-meleg” lösz, löszképződés, löszváltozatok

OBRUČEV (1945) a lepusztulás miliője alapján úgynevezett „meleg” és „hideg” löszöket különböztetett meg. Elmélete szerint a „meleg” lösz övezetben a port a szelek a sivatagokból szállították és szélárnyékban halmozták fel, míg a „hideg” lösz ásványi anyagát a hajdani jégtakarók peremterületeinek üledékeiből ugyancsak a szelek szállították a felhalmozódás helyére. A „meleg” lösz sivatagi vagy kontinentális, a „hideg” lösz periglaciális lösznek is nevezik (SMALLEY 1966). A klasszikus, Obruchev-i felfogás tehát a lepusztulási környezet viszonyai alapján különböztet meg „hideg” és „meleg” löszet. Az adott elnevezések azonban a felhalmozódási környezet viszonyai alapján is értelmezhetőek és helytállóak lehetnek. Ilyen szempontból tehát nem csupán a tradicionális értelmezésben vett denudációs „hideg” és „meleg” löszökről, hanem új szemszögből nézve akkumulációs „hideg” és „meleg” löszökről is beszélhetünk. Abban az esetben, amikor az anyag felhalmozódása, lösszé válása (diagenezise) hideg-száraz lösztundra vagy lössztyepp környezetben megy végbe, akkumulációs „hideg” löszről beszélhetünk. Akkumulációs „meleg” löszről pedig abban az esetben, amikor az előzőtől eltérően enyhe klímán, sztyepp-erdőssztyepp környezetben vagy kifejezetten meleg klímán, sivatagok peremén megy az adott folyamat végbe.



A fent részletezett vizsgálati eredmények egyértelműen arra mutatnak, hogy a lösz képződése Magyarország déli részén a stadiális és mikrostadiális fázisokban nem hideg-száraz, esetleg hideg-nedves körülmények között ment végbe a középső- és a felső-pleisztocén során – amint azt korábban közismertnek vették. A faunák alapján az üledékek felhalmozódási környezete viszonylag enyhe éghajlatú sztyepp-erdőssztyepp lehetett. Az eredeti OBRUČEV-i teória szerint a vizsgált üledékek egyértelműen „hideg” löszöknek tekinthetők, mert anyaguk a jégtakarók melletti peremterületek (periglaciális, mérsékelt övi sivatagok) és az Alpok, másfelől pedig feltehetően a Kárpát-medence hordalékkúpjainak, a Duna ártereinek üledékeiből származik (SMALLEY és LEACH, 1978). Klasszikus értelemben tehát denudációs „hideg” löszök. Amennyiben azonban a felhalmozódási környezet viszonyait tekintjük, az enyhe, nagyon enyhe éghajlatra utaló őshőmérsékleti adatok szerint ezek a löszök már nem tekinthetők „hideg” löszöknek, hanem az új nézőpont szerint azok akkumulációs „meleg” löszök.

LOŽEK 1965-ben megjelent publikációjában egyébként elveti az európai „meleg” löszökre vonatkozó elképzeléseket. Véleménye szerint a melegkedvelő puhatestűek dominanciájával jellemezhető faunák a valóságban egy meleg periódusban másodlagosan áthalmazott löszanyagból származnak és ezeket a leleteket nem lehet az eltérő helyi viszonyokkal magyarázni. Véleményem szerint ez néhány esetben így is van. Itt azonban 10 feltárásnál mutatható ki a melegkedvelők jelentős szerepe, amit nehéz volna a másodlagos áthalmazódással magyarázni.

Bizonyos értelmezések szerint a löszképződés egyazon időben eltérő paleoökológiai viszonyokkal jellemezhető klímazónákon (sivatagok pereme, hideg és meleg sztyepppek, erdőssztyepppek, periglaciális füves tundra, erdős tundra) is végbe ment, ahol így a löszök szingenetikus változatai jöttek létre (PÉCSI 1998). Mások szerint – ahogy az fentebb említésre került – az eltérő tulajdonságok utólagos elváltozások hatását tükrözik, tehát posztgenetikus folyamatok révén alakulnak ki. A fauna fentiekben bemutatott vizsgálata egyértelműen enyhe klímájú erdőssztyepp viszonyokat mutat a löszképződés fázisaiban is. Mivel ez a fauna az akkumuláció során került a bezáró üledékbe és nem egy másodlagos áthalmazódás során, véleményem szerint a vizsgált löszök szingenetikus löszváltozatok és nem utólagos környezeti hatások révén jöttek létre.



### 13. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásaim során lösz-paleotalaj sorozatok üledékföldtani, geokémiai és őslénytani vizsgálatát végeztem az eddig kevésbé megkutatott Dél-Baranyában, 11 szelvényen, melynek célja volt, hogy új adatokkal egészítsem ki és pontosítsam a terület egykori öskörnyezeti-őségajlati viszonyairól eddig összegyűlt ismereteket.

1. A vizsgált szelvényekből 83 minta szemcseösszetételi adata állt rendelkezésre. Ezek alapján a vizsgált löszök átlagos agyagfrakciót, - a mállottságtól is függő mennyiségben - magasabb nagyon finom, finom és közepes kőzetliszt frakciót (0,002-0,0156 mm) tartalmazó, viszonylag alacsony közepes szemcsemérettel jellemezhető, gyengén vagy igen gyengén osztályozott, pozitív ferdeségű, normális, illetve kissé csúcsos-csúcsos szemcseeloszlási görbével rendelkező üledékek. A paleotalajok szintén csupán átlagos agyagfrakciót, magasabb nagyon finom, finom és közepes kőzetliszt frakciót, (az idősebb paleotalajok magasabb homokfrakciót) tartalmazó, alacsony közepes szemcsemérettel jellemezhető, gyengén vagy igen gyengén osztályozott, pozitív vagy igen pozitív ferdeségű, normális, több esetben kissé lapos illetve néhol kissé csúcsos szemcseeloszlási görbével rendelkező üledékek. A HUM és FÉNYES (1995) illetve a HUM (2002) által publikált adatokhoz képest a jelen vizsgálat szerint a dél-baranyai löszök kisebb agyagfrakcióval, némileg magasabb nagyon finom, finom és közepes kőzetliszt frakcióval, de mindenekelőtt alacsonyabb közepes szemcsemérettel ( $M_z$ ) rendelkező üledékek. Ez utóbbi érték inkább utal az ülepítő közeg alacsonyabb átlagos mozgási energiájára, kisebb mértékben pedig a némileg fokozottabb mállottságra. Az osztályozottság (szórás,  $\sigma_1$ ), a ferdeség ( $Sk_1$ ) és csúcsosság ( $K_C$ ) értékei igen hasonlóak.

2. A vizsgált szelvényekből 154 minta geokémiai adata állt rendelkezésre. A kémiai elemek eloszlásában és mennyiségi megjelenésében a területi összehasonlítás során több eltérés mutatkozott. A főkomponensek közül az  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$  mennyisége magasabb a dél-baranyai löszöknél, mint a PÉCSI-DONÁTH (1985) által a mendei  $l_4$ ,  $l_5$ ,  $l_6$  löszkötegre megadott adatok, illetve az  $Al_2O_3$ ,  $MgO$  és  $MnO$  tartalom szintén magasabb, mint a SÜMEGHY (1953) által közölt adatok. A többi főkomponensnél hasonló értékek adódtak. Az  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$ ,  $K_2O$  és a  $MnO$  mennyisége a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatoknál a kevésbé mállott és az intenzívebben mállott üledékek esetén is magasabb, míg a  $CaO$  aránya a gyengébben mállott és közepesen mállott löszök esetén volt némileg magasabb, mint a HUM és FÉNYES által (1995) a délkelet-dunántúli negyedidőszaki képződményekből közölt adatok. A  $SiO_2$ ,  $MgO$ ,



$\text{Na}_2\text{O}$  és a  $\text{P}_2\text{O}_5$ -tartalom a dél-baranyai és délkelet-dunántúli löszökben nagyjából egyezőnek adódott (21. táblázat). Megjegyzendő, hogy a geokémiai arányok által is kiválóan jelzett mállási trendet a  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$  arány igen sok esetben nem követi, nem tükrözi. A nyomelemeknél a Cr-, Zn- és a Pb-tartalom kismértékben, a Rb és Ba aránya nagymértékben magasabb, a Cu-tartalom viszont kismértékben, a Sr koncentráció pedig jelentősen alacsonyabb a dél-baranyai üledékekben, mint a délkelet-dunántúli mintákban. A V, Y, Ga, Zr, Th (La és Ce) mennyiségére vonatkozóan nem álltak rendelkezésre összehasonlítható adatok a magyar szakirodalomban, tehát ezen nyomelemek lösz-paleotalaj sorozatokban mért koncentrációi új adatoknak számítanak.

Az elemösszetétel több folyamat, több tényező eredőjeként alakul ki. Megjelenik benne a lösz származási területét felépítő, úgynevezett forrásközetek elemösszetétele, az azokat ért mállás, a diagenetikus folyamatok, továbbá a diagenizálódott üledéknek a mállás általi érintettsége. Vajon mi lehet a magyarázata a délkelet-dunántúli és a dél-baranyai lösz-paleotalaj sorozatok között lévő kisebb-nagyobb kémiai elemösszetételre vonatkozó különbségeknek?

A kérdés összetett. Egyértelműnek tűnik, hogy a löszök anyaga hasonló származási területről került a Dunántúlra, annak délkeleti és legdélebbi részére is. Ez tehát azt jelenti, hogy hasonló forrása lehetett az üledékanyagnak, persze a forrásközetek összetételében és mállás általi érintettségében azért nyilvánvalóan lehettek és voltak is eltérések. A diagenetikus folyamatok során is létrejöhetnek bizonyos eltérések az elemösszetételben (pl. Ca- és K-tartalom, karbonátcementáció és K-metaszomatózis). A diagenetikus folyamatokat pedig az üledékképződési környezet és a klíma is befolyásolja, ami kihat az üledékek mállására. Tehát végső soron a diagenézis alatti és azt követő mállás némileg eltérő fokáról is szó lehet, ami a dél-baranyai löszök-paleotalajok képződése idején – a geokémiai adatok szerint – intenzívebb volt, mint a HUM és FÉNYES (1995) valamint a HUM (2002) által vizsgált kissé északabbra elhelyezkedő, délkelet-dunántúli negyedidőszaki üledékekénél.

Összefoglalva tehát nyilvánvalóvá válik, hogy az elemösszetételbeli eltérések több tényező (forrásközetek elemösszetétele, mállottsága, a diagenézis folyamata, a diagenézis alatti öskörnyezet és klíma, illetve a diagenézis alatti és azt követő mállás) együttes hatását tükrözik.

3. A vizsgált üledékek bizonyos üledékföldtani és geokémiai paramétereinek felhasználásával történő kategorizálására egy Mamdani-típusú fuzzy következtetési rendszert dolgoztam ki, amely a jelen területen egy új, matematikai alapokon nyugvó



eljárásnak tekinthető. A szakértői rendszerbe nyolc geokémiai és három üledékföldtani paramétert építettem be. A rendszer segítségével egy adott lösz vagy paleotalaj minta geokémiai és üledéktani értékei alapján szigorúan matematikai alapon megkapjuk, hogy az adott üledék melyik üledékkategóriába tartozik, illetve hogy melyik üledékkategóriához áll a legközelebb. A rendszer természetesen továbbfejleszthető. Növelhető a paraméterek száma, megváltoztathatók benne az egyes paraméterek tartomány értékei, a tagsági függvények alakja, a szabályok súlyozhatók és a defuzzifikálás módszere is módosítható. A rendszer a szorosabb kutatási területen belül maradva a Mollusca-faunák alapján történő ökoszisztématerhelés matematikai alapokon nyugvó elvégzésére is kifejleszthető.

4. A kvartermalakovizsgálók során 11 szelvény megmintázása történt meg. Az üledékekből 20424 egyed került elő, amelyek faji szintű meghatározásával jött létre az ökológiai, paleoökológiai elemzés alapjául szolgáló malakovizsgáló adatbázis. Az eddigi kutatások alapján, a 2004. február 19-ei állapot szerint mindösszesen 208 fajból álló pleisztocén faunánk (KROLOPP 2003) 54 fajt sikerült kimutatni a terület negyedidőszaki képződményeiből. Ez a pleisztocén fajok 25,96%-a.

A faunákban az esetek nagy részében a melegkedvelő, szárazságtűrő fajok (*Granaria frumentum*, *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata*) csoportja dominált, más esetekben a nagy ökológiai tűrőképességű fajok (*Vallonia costata*, *Pupilla muscorum*) uralkodtak. A két ökológiai csoportba tartozó elemek együttesen általában a faunák egyedszámának 70-90%-át adják, természetesen egy-egy extrém eset kivételével. A faunák további 5-30 %-át a higrofil, hidegtűrő, a szubhigrofil, nyílt területen élő és a nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek teszik ki. Fontos kiemelni, hogy a lehűlési periódusokat jelző, kriofil fajok (*Vallonia tenuilabris*, *Pupilla sterri*, *Columella columella*) csupán 4 feltárás (Töttös, Nagynyárád, Liptód, Bácsfapuszta) üledéksorában voltak kimutathatók, s ott is csupán néhány példányuk fordult elő. A rétegsorokban néhol vízi fajok (a leggyakrabban *Anisus spirorbis*, *Bithynia leachi*) is előfordulnak, amelyek egykori időszakos állóvizek lakói lehettek (HUM 2001).

A vizsgálatokból egy fontos faunisztikai-rétegtani adat is származott, miszerint a *Catinella arenaria* faj – legalábbis Dél-Baranyában – a középső-pleisztocénben is előfordul. A faj eddig csupán a magyarországi felső-pleisztocén üledékekből került elő (KROLOPP 2003), idős löszökből csupán néhány bizonytalan előfordulása volt ismert, s nem volt egyértelmű a példányok adott fajhoz való tartozása (KROLOPP ex. litt.). A *Catinella arenaria* a beremendi és a bácsfapusztai feltárásban is középső-pleisztocén korúnak tartott löszből került elő.



További faunisztikai érdekesség, hogy a *Neostyriaca corynodes* faj kísérőfaunájában hűvös vagy hideg klímát jelző löszcsigák egyáltalán nem fordultak elő, sőt a beremendi feltárás 10,40-10,80 m közötti löszkötegéből előkerült puhatestű anyagban az adott faj mellett legnagyobb számban termofil, mezofil és nagyobb növényzeti borítottságot kedvelő elemek, valamint néhány példánnyal szubhigrofil fajok jelentek meg. Ez kifejezetten enyhe klímára ( $T_{July}$ :  $\sim 17^\circ\text{C}$ ) utal.

A malakosztratigráfiai besorolásokat a faunák jellegzetességeire és korjelző fajokra (*Neostyriaca corynodes*, *Punctum pygmaeum*) alapozva végeztem el. Sok esetben ez igen nehéz feladatnak bizonyult, így például a zonulákba sorolás esetén is. Éppen azért, mert kiegyenlítettebb hőmérsékleten és nagyobb növényzeti borítottság mellett ment végbe az üledékképződés, ezért sok esetben a zonulákat és a zonulahatárokat meglehetősen nehéz volt kijelölni, ugyanis a faunában sok esetben nincs éles váltás, nem jelennek meg a hidegjelző fajok. Az üledékek kora a Mollusca-faunák biosztratigráfiai besorolásai alapján – és persze a makroszkópos megfigyelések, a rétegtani helyzet, a paleotalajok jellege, helyzete révén – a középső-pleisztocénre és a felső-pleisztocénre tehető.

A kalkulált júliusi középhőmérsékleti értékek ( $T_{July}^\circ$ ) több fokkal magasabbak a Magyarország északabbi területeiről SÜMEGI (1989, 1996) által kimutatott, de némileg (főként a löszképződési ciklusokban) a Délkelet-Dunántúl északabbi területeiről a HUM által (2001) kimutatott értékeknél is. A faunák alapján számolt őshőmérsékleti értékek ( $T_{July}^\circ$ )  $15,2^\circ\text{C}$  és  $20,1^\circ\text{C}$  között, ezen belül a löszökből kimutatott értékek  $15,56^\circ\text{C}$  és  $19,06^\circ\text{C}$  között változnak a 100 feletti egyedszámú mintákban. Érdekes, hogy a jelen vizsgálatok szerint a löszképződési fázisok (stadiálisok) malako-hőmérő módszerrel számított júliusi átlaghőmérséklete ( $T_{July}^\circ$ :  $15-18^\circ\text{C}$ ) a Dél-Dunántúlon csupán mintegy  $4-6^\circ\text{C}$ -kal tér el a mai értékektől ( $T_{July}^\circ$ :  $21,5^\circ\text{C}$ ). A 100 feletti egyedszámú mintákból számolt őshőmérsékleti értékekben jól látható, hogy a középső-pleisztocén löszökből származó őshőmérsékleti adatok  $17^\circ\text{C}$  körül és a felett tömörülnek, míg a felső-pleisztocén adatok egyrészt jobban szóródnak, másrészt egy jó részük  $16-17^\circ\text{C}$  között, és  $16^\circ\text{C}$  alatt jelentkeznek. A felső-pleisztocén stadiális és mikrostadiális szakaszai során tehát a területen némileg ( $1-2^\circ\text{C}$ -kal) hűvösebb lehetett, mint a középső-pleisztocénben, másrészt a felső-pleisztocén szélsőségesebb is lehetett, ugyanis az egyes löszképző fázisokon belüli ingadozások őshőmérsékleti szélső értékei között nagyobb eltérés volt ( $4^\circ\text{C}$ ), mint a középső-pleisztocén folyamán ( $1,5^\circ\text{C}$ ), legalábbis annak a jelen vizsgálatok által feltárt szakaszán.

A Magyarország északabbi területein felismert jelentősebb lehűlési fázisok (SÜMEGI 1996) sokkal kevésbé intenzíven (sőt 6 rétegsorban egyáltalán nem) mutathatók ki. Ez arra utal,



hogy a vizsgált területen ma meglévő szubmediterrán klímahatás az elmúlt időkben is meghatározhatta és befolyásolhatta a terület éghajlatát. A faunisztikai vizsgálatok adataiból kiderült, hogy a vizsgált területen a növényzeti borítottság is nagyobb lehetett a löszképződés fázisaiban, mint az északabbi nyílt löszsztyepeken. Ezt mutatták a területtől északabbra, a Délkelet-Dunántúlon végzett korábbi vizsgálatok adatai is (HUM 1999, FARKAS 2000). Tehát itt az interstadiálisokra jellemző erdőssztyepp zártabb növényzete egy-egy stadiális és mikrostadiális fázisban mozaikszerűen továbbra is megmaradhatott. A fent említett jelentősebb lehűlési fázisok éppen a növényzet okozta kiegyenlítő hatás (HUM 2001) miatt nem volt érzékelhető olyan mértékben a területen, mint az északabbi régiókban. A növényzet puffer hatása, szerepe tehát egy igen fontos tényező volt a szubmediterrán klímahatás, a magasabb őshőmérséklettel jellemezhető mezoklíma mellett.

A fent részletezett vizsgálati eredmények egyértelműen arra mutatnak, hogy a lösz képződése Magyarország déli részén a stadiális és mikrostadiális fázisokban nem hideg-száraz, esetleg hideg-nedves körülmények között ment végbe a középső- és a felső-pleisztocén során – amint azt korábban közismertnek vették. A faunák alapján az üledékek felhalmozódási környezete viszonylag enyhe éghajlatú sztyepp-erdőssztyepp lehetett. Az eredeti OBRUČEV-i teória szerint a vizsgált üledékek egyértelműen „hideg” löszöknek tekinthetők, mert anyaguk a jégtakarók melletti peremterületek (periglaciális, mérsékelt övi sivatagok) és az Alpok, másfelől pedig feltehetően a Kárpát-medence hordalékkúpjainak, a Duna ártereinek üledékeiből származik (SMALLEY és LEACH, 1978). Klasszikus értelemben tehát denudációs „hideg” löszök. Amennyiben azonban a felhalmozódási környezet viszonyait tekintjük, az enyhe, nagyon enyhe éghajlatra utaló őshőmérsékleti adatok szerint ezek a löszök már nem tekinthetők „hideg” löszöknek, hanem az új nézőpont szerint azok akkumulációs „meleg” löszök.

Bizonyos értelmezések szerint a löszképződés egyazon időben eltérő paleoökológiai viszonyokkal jellemezhető klímazónákban (sivatagok pereme, hideg és meleg sztyepppek, erdőssztyepppek, periglaciális füves tundra, erdős tundra) is végbe ment, ahol így a löszök szingenetikus változatai jöttek létre (PÉCSI 1998). Mások szerint az eltérő tulajdonságok utólagos elváltozások hatását tükrözik, tehát posztgenetikus folyamatok révén alakulnak ki. A fauna fentiekben bemutatott vizsgálata egyértelműen enyhe klímájú sztyepp-erdőssztyepp viszonyokat mutat a löszképződés fázisaiban is. Mivel ez a fauna az akkumuláció során került a bezáró üledékbe és nem egy másodlagos áthalmazódás során, véleményem szerint a vizsgált löszök szingenetikus löszváltozatok és nem utólagos környezeti hatások révén jöttek létre.



## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Először is köszönetemet szeretném kifejezni Prof. dr. Tóth Józsefnek, a PTE Földtudományi Doktoriskola vezetőjének, aki lehetőséget biztosított számomra, hogy PhD-hallgatóként a doktoriskola keretein belül folytathassam kutatásaimat, valamint témavezetőmnek Prof. dr. Lovász Györgynek, hogy a diplomamunkám koordinálását követően elvállalta és mintegy öt esztendőn keresztül lelkiismeretesen irányította a PhD-képzés keretein belül folytatott kutatási tevékenységemet.

Köszönöttem tartozom dr. Krolopp Endrének és dr. Fűkőh Leventének, akik bevezettek a kvartermalakológia rejtelseibe és értékes szakmai tanácsokat adtak, továbbá Prof. dr. Schweitzer Ferencnek, bizonyos löszrétegtani, geokronológiai kérdésekben nyújtott tanácsaiért, valamint dr. Sümegi Pálnak és dr. Hum Lászlónak bizonyos rétegtani, geokémiai és kvartermalakológiai kérdésekben nyújtott segítségükért.

Köszönet illeti a disszertációm előopponenseit (dr. Nagyvárad László és dr. Czigány Szabolcs) építő szándékú kritikai megjegyzéseikért, véleményeikért.

Köszönet Pirkhoffer Ervinnek és Dezső Józsefnek, hogy a fajmeghatározásokhoz rendelkezésemre bocsátották a Pécsi Tudományegyetem Természetföldrajzi Tanszékének mikroszkópját és Dezső Józsefnek, hogy a szemcseösszetételi vizsgálatokban segítségemre volt.

Nagyon köszönöm Balogh Zsuzsannának, hogy az USA-ban a Washington State University Geoanalitikai Laboratóriumában a geokémiai vizsgálatokat, valamint dr. Czigány Szabolcsnak, hogy a Washington State University Pedológiai és Negyedkori Tanulmányok Laboratóriumában 4 feltárás szemcseösszetételi elemzését elvégezte számomra.

Örök hálával tartozom a nagymamámnak, özv. Hahner Istvánnénak és a szüleimnek, akik az első időkben kutatásaim finanszírozását biztosították. Köszönöm továbbá édesapámnak, Újvári Antalnak és Varga Ferencnek a mintavételezések alkalmával nyújtott segítséget.

Végül, de nem utolsó sorban pedig barátnőmnek, Briss Beának tartozom köszönettel a disszertáció befejezéséhez szükséges nyugodt háttérért és a prezentációm nagy munkával kialakított végső formai megjelenéséért.



- AALBERSBERG, G., LITT, T. 1998. Multiproxy climate reconstructions for the Eemian and Early Weichselian. *Journal of Quaternary Science* 13, 367-390.
- ALLEY, R.B., GOW, A.J., JOHNSEN, S.J., KIPFSTUHL, J., MEESE, D.A., THORSTEINSSON, TH. 1995. Comparison of deep ice cores. *Nature* 373, 393-394.
- BARISS, N. 1991. The changing climates during and since the Riss/Würm interglacial. In: PÉCSI, M. and SCHWEITZER, F. (Eds.). *Quaternary environment in Hungary*. Studies in Geography in Hungary 26, Budapest, Akadémiai Kiadó, 27-34.
- BLOTT, S.J., PYE, K. 2001. Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237-1248.
- BOND, G. 1996, Heinrich Event Data, DSDP 609. IGBP PAGES/World Data Center-A for Paleoclimatology Data Contribution Series # 96-019. NOAA/NGDC Paleoclimatology Program, Boulder CO, USA.
- BOND, G., BROECKER, W., JOHNSEN, S., MCMANUS, J., LABEYRIE, L., JOUZEL, J., BONANI, G. 1993. Correlations between climate records from North Atlantic sediments and Greenland ice. *Nature* 365., pp. 143-147.
- BOND, G., HEINRICH, H., BROECKER, W., LABEYRIE, L., MCMANUS, J., ANDREWS, J., HUON, S., JANTSCHIK, R., CLASEN, S., SIMET, CH., TEDESCO, K., KLAS, M., BONANI, G., IVY, S. 1992. Evidence for massive discharges of icebergs into the North Atlantic ocean during the last glacial period. *Nature* 360, 245-249.
- BORSY Z., FÉLSZERFALVY J., SZABÓ P.P. 1979. Thermoluminescence dating of several layers of the loess sequences at Paks and Mende (Hungary). *Acta Geologica Hungarica* 22, 451-459.
- BÖCKH J. 1876. Pécs városa környékének földtani és vízi viszonyai. *Magyar Királyi Földtani Intézet Évkönyve* 4, 129-287.



- BRONGER, A. 1970. Zur Mikromorphologie und zum Mineralbestand von Böden ungarischer Lössprofile und ihre palaeoklimatische Auswertung. *Eiszeitalter und Gegenwart* 21, 122-144.
- BUTRYM, J., MARUSZCZAK, H. 1984. Thermoluminescence chronology of younger and older loesses. – In: PÉCSI M. (Ed.): *Lithology and stratigraphy of loess and paleosols*. Geographical Research Institute Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 195-199.
- BÜDEL, J. 1951. Die Klimazonen des Eiszeitalters. *Eiszeitalter und Gegenwart* 1, 16-26.
- CODARČEA, V. 1977. A paksi és mohácsi löszszelvények fő nehézasványainak százalékos megoszlása. *Földrajzi Közlemények* 25 (101) 1-3, 138-143.
- COOPE, G.R., GIBBARD, P.L., HALL, A.R., PREECE, R.C., ROBINSON, J.E., SUTCLIFFE, A.J. 1997. Climatic and environmental reconstructions based on fossil assemblages from Middle Devensian (Weichselian) deposits of the River Thames at South Kensington, Central London, UK. *Quaternary Science Reviews* 16, 1163-1195.
- CZIGÁNY SZ. 1997. A beremendi löszfeltárás vizsgálata. *Földrajzi Értesítő* XLVI. évf. (1-2), 97-103.
- CZIGÁNY SZ. 1998. A Villányi-hegység déli részének pleisztocén végi – holocén időszakos lepusztulási folyamataihoz. *Földrajzi Értesítő* XLVII. évf. (2), 123-129.
- DANSGAARD, W., JOHNSEN, S.J., CLAUSEN, H.B., DAHL-JENSEN, D., GUNDESTRUP, N.S., HAMMER, C.U., HVIDBERG, C.S., STEFFENSEN, J.P., SVEINBJÖRNSDOTTIR, A.E., JOUZEL, J., BOND, G. 1993. Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record. *Nature* 364, 218-220.
- DEMICO, R.V., KLIR, G.J. 2004. Fuzzy Logic in Geology. Elsevier Academic Press.
- EISMANN, L. 2002. Quaternary geology of eastern Germany (Saxony, Saxon-Anhalt, South-Brandenburg, Thuringia) type area of the Elsterian and Saalian Stages in Europe. *Quaternary Science Reviews* 21, 1275-1346.



- FARKAS SZ. 2000. A Bátaszéki Téglagyár pleisztocén képződményei. *Malakológiai Tájékoztató* 18, 21-27.
- FILEP GY. 1988. Talajkémia. Akadémiai Kiadó, Bp., 64-108.
- FINK, J., KUKLA, G.J. 1977. Pleistocene climates in Central Europe: at least 17 interglacials after Olduvai event. *Quaternary Research* 7, 363-371.
- FOLK, R.L., WARD, W.C. 1957. Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* 27/1, 3-26.
- FRECHEN, M., HORVÁTH E., GÁBRIS GY. 1997. Geochronology of Middle and Upper Pleistocene Loess Sections in Hungary. *Quaternary Research* 48, 291-312.
- FRIEDMAN, G.M., SANDERS, J.E. 1978. Principles of Sedimentology. John Wiley & Sons, Inc. 58-81.
- FÜCHTBAUER, H. (Ed.) 1988. Sedimente und Sedimentgesteine. Schweitzerbart, Stuttgart, 11-44; 228-231.
- FÜLÖP J. 1989. Bevezetés Magyarország geológiájába. Akadémiai Kiadó, Budapest, 246 p.
- FÜKÖH L. 1987. Adatok Magyarország negyedidőszaki Mollusca-faunájához. *Malakológiai Tájékoztató* 7, 11-19.
- FÜKÖH L., KROLOPP E. 1989. Gebhardt Antal pleisztocén malakológiai anyagának revíziója és értékelése. *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve* 33, 41-51.
- FÜKÖH, L. 1997. A malakológiai vizsgálatok szerepe a régészetben. *Agria* XXXIII, 109-123.
- GÁBRIS GY., HORVÁTH E., JUVIGNÉ, E. 1991: Pleistocene marker horizon in Carpathian Basin loess: the Bag Tephra. – In: Pécsi M, Schweitzer F. (Eds.): Quaternary environment in Hungary. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 91-97.



- GEBHARDT A. 1959. A Mecsek-hegység és a Harsányi-hegy jégkori Mollusca-faunája. *Janus Pannonius Múzeum Évkönyve*, 5-90.
- GERNER P. 1994. Dél-dunántúli neotektonikai modellek a magyar földtani szakirodalom alapján. *Földtani Közlöny* 124/3, 381-402.
- GROOTES, P.M., STUIVER, M., WHITE, J.W.C., JOHNSEN, S., JOUZEL, J. 1993. Comparison of oxygen isotope records from the GISP2 and GRIP Greenland ice cores. *Nature* 366, 552-554.
- HAHN GY. 1977. A magyarországi löszök litológiája, genetikája, geomorfológiai és kronológiai tagolása. *Földrajzi Értesítő* 26/1, 1-28.
- HEINRICHS, H., SCHULZ-DOBRICK, B., WEDEPOHL, K.H. 1980. Terrestrial geochemistry of Cd, Bi, Tl, Pb, Zn and Rb. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 44, 1519-1533.
- HORVÁTH E. (2001): Marker horizons in the loess of the Carpathian Basin. *Quaternary International* 76/77, 157-163.
- HUIJZER, B., VANDENBERGHE, J. 1998. Climatic reconstruction of the Weichselian Planiglacial in northwestern and central Europe. *Journal of Quaternary Science* 13, 391-417.
- HUM L. 1998a. Geochemical investigations of the Dunaszekcső loess-paleosoil sequence. *Acta Mineralogica-Petrographica* 39., 139-150.
- HUM L. 1998b. Délkelet-Dunántúli lösz-paleotalaj sorozatok keletkezésének rekonstrukciója üledéktani, geokémiai és őslénytani vizsgálatok alapján. – PhD thesis, JATE, Szeged, 140 p.
- HUM L. 1999. Mohácstól délre fekvő fiatal löszszelvények paleoökológiai vizsgálatai. *Malakológiai Tájékoztató* 17, 37-52.
- HUM L. 2000. A Szekszárd, volt „Budai úti” téglagyári lösz-paleotalaj sorozat paleoökológiai vizsgálatai. *Malakológiai Tájékoztató* 18, 29-50.



- HUM L. 2001. Délkelet-dunántúli lösz-paleotalaj sorozatok keletkezésének rekonstrukciója őslénytani vizsgálatok alapján. *Földtani Közlöny* 131/1-2, 233-251.
- HUM L. 2002. Délkelet-dunántúli löszösszletek ásványos és geokémiai jellegei és ezek eredete. *Földtani Közlöny* 132 (különszám), 117-132.
- HUM L., FÉNYES, J. 1995. The geochemical characteristics of loesses and paleosols in the South-Eastern Transdanube (Hungary). *Acta Mineralogica-Petrographica* 36, 89-100.
- HUM L., SÜMEGI, P. 2001. Dunaszekcsői pleisztocén rétegsorok malakológiai vizsgálatai. *Malakológiai Tájékoztató* 19, 17-27.
- JÁNOSSY D. 1986. Pleistocene vertebrate faunas of Hungary. Akadémiai Kiadó, Budapest. 208 p.
- JÁRAINÉ-KOMLÓDI M. 1969. Adatok az Alföld negyedkori klíma és vegetációtörténetéhez II. *Botanikai Közlemények* 56/1, 43-55.
- JOHNSON, S.J., CLAUSEN, H.B., DANSGAARD, W., FUHRER, K., GUNDESTRUP, N., HAMMER, C.U., IVERSEN, P., JOUZEL, J., STAUFFER, B., STEFFENSEN, J.P. 1992. Irregular glacial interstadials recorded in a new Greenland ice core. *Nature* 359, 311-313.
- JOHNSON, D.M., HOOPER, P.R., CONREY, R.M. 1999. XRF Analysis of Rocks and Minerals for Major and Trace Elements on a Single Low Dilution Li-tetraborate Fused Bead. *Advances in X-ray Analysis* 41, 843-867.
- KASSE, C., HUIJZER, A.S., KRZYSZKOWSKI, D., BOHNCKE, S.J.P., COOPE, G.R. 1998. Weichselian Late Pleniglacial and Late-glacial depositional environments, Coleoptera and periglacial climatic records from central Poland (Belchatow). *Journal of Quaternary Science* 13, 455-469.
- KERNEY, M.P., CAMERON, R.A.D., JUNGBLUTH, J.H. 1983. Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 384 p.



- KOLOSZÁR L., MARS I. 1999. Az Üveghuta melletti dombvidék (Mórággyi-rög keleti része) negyedidőszaki képződményei. *Földtani Közöny* 129/4, 521-540.
- KORITNIG, S. 1965. Geochemistry of phosphorus-I. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 29, 361-371.
- KRETZOI M., PÉCSI M. 1982. A Pannon-medence pliocén és pleisztocén időszakának tagolása. *Földrajzi Közlemények* 106, 300-326.
- KROLOPP E. 1966. A Mecsek-hegység környéki lösz-képződmények biosztratigrafiái vizsgálata. A MÁFI évi jelentése az 1964. évről, 173-191.
- KROLOPP E. 1973. Negyedkori malakológia Magyarországon. *Földrajzi Közlemények* 21/2, 161-171.
- KROLOPP E. 1983. A magyarországi pleisztocén képződmények malakológiai tagolása. Kandidátusi Disszertáció, Bp., 160 p.
- KROLOPP E. 1988. Pleisztocén csigafaunánk új faj: *Trichia edentula* (Draparnaud). *Malakológiai Tájékoztató* 8, 9-10.
- KROLOPP E. 1994. A *Neostyriaca* génusz a magyarországi pleisztocén képződményekben. *Malakológiai Tájékoztató* 13, 5-8.
- KROLOPP, E. 1995. Biostratigraphic division of pleistocene formations in Hungary according to their Mollusc fauna. In: FÜKÖH L. (Ed.): *Quaternary Malacostratigraphy in Hungary*. Malacological Newsletter Supplementary 1, 17-78.
- KROLOPP E. 2000. Alsó-pleisztocén Mollusca-fauna a Villányi-hegységből. *Malakológiai Tájékoztató* 18, 51-58.
- KROLOPP E. 2001. A tápiószüli (=sülysáp) felső-pleisztocén csigafauna. *Malakológiai Tájékoztató* 19, 29-35.



- KROLOPP E. 2003. Mollusc species of the Hungarian Pleistocene formations (as of Dec 31 of year 2002). *Malakológiai Tájékoztató* 21, 13-18.
- KROLOPP E., SÜMEGI P. 1992. A magyarországi löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója Mollusca-fauna alapján. – In: SZÖÖR GY. (Ed.) Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások. MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, 247-263.
- KRONBERG, B.I., FYFE, W.S., LEONARDOS, O.H., SANTOS, A.M. 1979. The chemistry of some Brazilian soils: element mobility during intense weathering. *Chemical Geology* 24, 211-229.
- KUKLA, G. 2005. Saalian supercycle, Mindel/Riss interglacial and Milankovitch's dating. *Quaternary Science Reviews* 24, 1573-1583.
- KUKLA, G., CILEK, V. 1996. Plio-Pleistocene megacycles: record of climate and tectonics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 120, 171-194.
- LÓCZY L. (ifj.) 1912. A Villányi- és Báni-hegység geológiai viszonyai. *Földtani Közlöny* XLII, 672-695.
- LOVÁSZ GY., WEIN GY. 1974. Délkelet-Dunántúl geológiája és felszínfejlődése. Szikra Nyomda, Pécs, 215 p.
- LOŽEK, V. 1964. Quartärmollusken der Tschechoslowakei. *Rozprawy Ústředního Ústavu Geologického* 31, Praha 374 p.
- LOŽEK, V. 1965. Das Problem der Lössbildung und die Lössmollusken. *Eiszeitalter und Gegenwart* 16, 61-75.
- MAROSI S., SOMOGYI S. (Eds.) 1990. Magyarország kistájainak katasztere I. – MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, 148-152.
- MARSI I., KOLOSZÁR L. 2004. A beremendi Szőlő-hegy pliocén és kvarter képződményei. *Földtani Közlöny* 134/1, 75-94.



- MARTINSON, D.G., PISIAS, N.G., HAYS, J.D., IMBRIE, J., MOORE, T.C., SHACKLETON, N.J. 1987. Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages: Development of a High-Resolution 0 to 300,000-Year Chronostratigraphy. *Quaternary Research* 27, 1-29.
- MEYER, H.H., KOTTMAYER, C. 1989. Die atmosphärische Zirkulation in Europa im Hochglazial der Weichsel-Eiszeit abgeleitet von Paläowind-Indikatoren und Modellsimulationen. *Eiszeitalter und Gegenwart* 39, 10-18.
- MIHÁLTZ I. 1953. A Dél-Dunántúl keleti részének földtani felépítése. *A MÁFI évi jelentése 1951-ről*, 53-56.
- MOLDVAY L. 1964a. Adatok a Mecsek-hegységi lösz földtani viszonyainak vizsgálatához. *A MÁFI évi jelentése 1962-ről*, 91-101.
- MOLDVAY L. 1964b. Adatok a Mecsek-hg. és peremvidéke negyedkori szerkezeti viszonyainak vizsgálatához. *A MÁFI évi jelentése 1962-ről*, 105-109.
- MOLDVAY L. 1965. A negyedkori szerkezetalakulás kérdései a Mecsek-hegységben és a Magyar Középhegységekben. *A MÁFI évi jelentése 1964-ről*, 209-220.
- MOLDVAY L. 1972. A neotektonikus felszínalakulás jelenségei a magyarországi középhegységekben II. *A MÁFI évi jelentése 1970-ről*, 155-179.
- MOYZES A., SCHEUER GY. 1978. A dunaszekcsői magaspart mérnökgeológiai vizsgálata. *Földtani Közlöny* 108/2, 213-226.
- NEMECZ E. 1973. Agyagásványok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 507 p.
- NESBITT, H.W. 1979. Mobility and fractionation of rare earth elements during weathering of a granodiorite. *Nature* 279, 206-210.
- NESBITT, H.W., MARKOVICS, G., PRICE, R.C. 1980. Chemical processes affecting alkalis and alkaline earths during continental weathering. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 44, 1659-1666.



- PÉCSI M., GÁRDI L., SCHNITZER E., SZILÁGYI G., MÁRTON P. (1988): Oldidőszakos ághajtatásos  
 NOVOTHNY, Á., HORVÁTH, E., FRECHEN, M. 2002. The loess profile at Albertirsa, Hungary – improvements in loess stratigraphy by luminescence dating. *Quaternary International* 95/96, 155-163.
- PÉCSI M., HORVÁTH E., HORVÁTH Zs., HORVÁTH E., SZILÁGYI V. 2002. Negyedidőszaki  
 OBRUČEV, V. A. 1945. Loess Types and Their Origin. *American Journal of Science* 243, 256-262.
- OCHES, E.A., MCCOY, W.D. 1995. Amionostratigraphic evaluation of conflicting age estimates for the „Young Loess” of Hungary. *Quaternary Research* 44, 160-170.
- PÉCSI M.A. 1977.  
 A magyarországi löszök és löszszerű üledékek paleogeográfiai értékelése és tagolása. *Földrajzi Közlemények* 23/4, 217-230.
- PETROV, A.G., KRIGER, N.I., GOUNESHIAN, O.G., KOZHEVNIKOV, A.D., MIRONUK, S.G., ZIMINA, G.A. 1984. Geochemical loess history – In: PÉCSI M. (Ed.): *Lithology and stratigraphy of loess and paleosols*. Geographical Research Institute Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 133-137.
- PÉCSI M. 1965. A Kárpát-medencebeli löszök, löszszerű üledékek típusai és litosztratigráfiai beosztásuk. *Földrajzi Közlemények* 13/4, 305-356.
- PÉCSI M. 1967. A löszfeltárások üledékeinek genetikai osztályozása a Kárpát-medencében. *Földrajzi Értesítő* 16/1, 1-18.
- PÉCSI M. 1975. A magyarországi löszszelvények litosztratigráfiai tagolása. *Földrajzi Közlemények* 23/3-4, 217-230.
- PÉCSI M. 1985. Chronostratigraphy of Hungarian loesses and the underlying subaerial formation. – In: PÉCSI M. (Ed.): *Loess and the Quaternary*. Akadémiai Kiadó, Bp., 33-49.
- PÉCSI M. 1993. Negyedkor és löszkutatás. Akadémiai Kiadó, Bp., 375 p.
- SCHNITZER, E. 1962. Chronical interpretation of loess from a local and worldwide view. *Neues Jahrbuch für Mineralogie* 19, 259-261.
- PÉCSI M. 1995. Loess stratigraphy and Quaternary climatic change. In: *Loess inForm* 3, 23-30.
- PÉCSI M. 1998. Lösz- és őstalajsorozatok és a negyedidőszaki ősföldrajzi változások kutatásának elvi, módszertani kérdései. In: HAAS, J. (Ed.): *Fülöp József-emlékkönyv*, 263-279.



- PÉCSI M., GEREI L., SCHWEITZER F., SCHEUER GY., MÁRTON P. (1988): Ciklikus éghajlatváltozás és rosszabbodás visszatükröződése a magyarországi löszök és eltemetett talajok sorozatában. *Időjárás* 92/2-3, 75-86.
- PÉCSI M., NEMECZ E., HARTYÁNI ZS., HORVÁTH T., SZILÁGYI V. 2002. Negyedidőszaki éghajlatváltozások, talajok-löszök képződése a Kárpát-medence térségében. *Földtani Közlöny* 132 (különszám), 23-41.
- PÉCSI M., PÉCSINÉ DONÁTH É., SZEKENYI E., HAHN GY., SCHWEITZER F., PEVZNER, M.A. 1977. A magyarországi löszök fosszilis talajainak paleogeográfiai értékelése és tagolása. *Földrajzi Közlemények* 25/1-3, 94-137.
- PÉCSI-DONÁTH É. 1985. On the mineralogical and pedological properties of the younger loess in Hungary. – In: PÉCSI, M. (Ed.): *Loess and the Quaternary*. Akadémiai Kiadó, Bp., 93-104.
- ROUSSEAU, D.D. 1991. Climatic transfer function from Quaternary Molluscs in European Loess deposits. *Quaternary Research* 36, 195-209.
- R. VARGA A. 2005. Az öskörnyezeti viszonyok jellemzése a törmelékes üledékes kőzetek kémiai összetétele alapján. *Földtani Közlöny* 135/3, 433-458.
- SCHEFER, F., SCHACHTSCHABEL, P. 1970. Lehrbuch des Bodenkunde. Enke, Stuttgart, 5-26.; 136-139.
- SCHEFFER, E., KALK, E., MEYER, B. 1958. Mineraluntersuchungen am Würmloess südniedersächsischer Loessfluren als Voraussetzung für die Mineralanalyse verschiedener Bodentypen. *Chemie der Erde* 19, 338-360.
- SCHNETGER, B. 1992. Chemical composition of loess from a local and worldwide view. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte/Abhandlungen*. 1, 29-47.
- SMALLEY, I. J. 1966. The properties of glacial loess and the formation of loess deposits. *Journal of Sedimentary Petrology* 36/3, 669-676.



- SMALLEY, I. J., LEACH, J. A. 1978. The origin and distribution of loess in the Danube Basin and associated regions of East-Central Europe - a review. *Sedimentary Geology* 21, 1-26.
- SOÓS L. 1943. A Kárpát-medence Mollusca-faunája. Akadémiai Kiadó, Bp., 478 p.
- SÓLYMOS P., SÜMEGI P., DOMOKOS T. 2002. A héj morfo-hőmérő módszer és alkalmazásai a paleoökológiában. *Földtani Közlöny* 132 (különszám), 257-263.
- STRAUSZ L. 1942. Adatok Baranya geológiájához. *Földtani Közlöny* 72, 181-192.
- STRAUSZ L. 1952. A Dunántúl délkeleti részének földtani felépítése. *Földrajzi Értesítő* 1, 219-236.
- SÜMEGHY J. 1953. Medencéink pliocén és pleisztocén rétegtani kérdései. *A MÁFI évi jelentése az 1951. évről*, 83-109.
- SÜMEGI P. 1989. A Hajdúság felső-pleisztocén fejlődéstörténete finomrétegtani (öslénytani, szedimentológiai és geokémiai) vizsgálatok alapján. – Egyetemi doktori értekezés. KLTE, Debrecen, 96 p.
- SÜMEGI, P. 1995. Quartermalacological analysis of Late-Pleistocene loess sediments of the Great Hungarian Plain. In: FÜKÖH L. (Ed.): *Quaternary Malacostratigraphy in Hungary*. Malacological Newsletter Supplementary 1, 79-111.
- SÜMEGI P. 1996. Az ÉK-magyarországi löszterületek összehasonlító öskörnyezeti rekonstrukciója és rétegtani értékelése. – Kandidátusi Értekezés. KLTE, Debrecen, 120 p.
- SÜMEGI P. 2001. A negyedidőszak földtani és öskörnyezeti alapjai. JATEPress, Szeged, 262 p.
- SÜMEGI P., KROLOPP E. 1995. A magyarországi würm korú löszök képződésének paleoökológiai rekonstrukciója Mollusca-fauna alapján. *Földtani Közlöny* 125/1-2, 125-148.



- SÜMEGI P., KROLOPP E. 2002. Quaternary malacological analyses for modeling of the Upper Weichselian palaeoenvironmental changes in the Carpathian Basin. *Quaternary International* 91, 53-63.
- SÜMEGI P., KROLOPP E. 2005. A basaharci téglagyári szelvény rétegtani és paleoökológiai vizsgálata. *Földtani Közlöny* 135/2, 209-232.
- SÜMEGI P., KROLOPP E., RUDNER E. 2002. Negyedidőszak végi öskörnyezeti változások a Kárpát-medencében térben és időben. *Földtani Közlöny* 132 (különszám), 5-22.
- SZABÓ P.Z. 1957. A DK-Dunántúl felszínfejlődési kérdései. *Földrajzi Értesítő* 6/4, 397-421.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1955. Geokémia. Akadémiai Kiadó Budapest, 680 p.
- SZILÁRD J. 1983. Dunántúli és Duna-Tisza közti löszfeltárások új szempontú litológiai értékelése és tipizálása. *Földrajzi Értesítő* 32/1, 109-166.
- SZÖÖR GY., SÜMEGI P., HERETELENDI E. 1992. Őshőmérsékleti adatok meghatározása a malakohőmérő módszerrel az Alföld felső pleisztocén-holocén klímaváltozásaival kapcsolatban. – In: SZÖÖR GY. (Ed.): *Fáciesanalitikai, paleobiogeokémiai és paleoökológiai kutatások*. MTA Debreceni Akadémiai Bizottság, 183-192.
- TAYLOR, S.R., MCLENNAN, S.M., MCCULLOCH, M.T. 1983. Geochemistry of loess, continental crustal composition and crustal model ages. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 47, 1897-1905.
- TÓTH Á. 2000. Negyedidőszaki éghajlati ciklusok a Mecsek környéki löszök puhatestű faunájának változásai alapján. *Malakológiai Tájékoztató* 18, 59-67.
- TUREKIAN, K.K., KULP, J.L. 1956. The geochemistry of strontium. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 10, 245-296.
- VANDENBERGHE, J., COOPE, R., KASSE, K. 1998. Quantitative reconstructions of palaeoclimates during the last interglacial-glacial in western and central Europe: an introduction. *Journal of Quaternary Science* 13, 361-366.



WAGNER M. 1966. Auswertung der pleistozänen Schneckenfauna von Dunaszekcső. *Annales Universitatis Scientiarum Budapestiensis de Rolando Eötvös Nominatae, Sectio Geologica* 9, 41-52.

WAGNER M. 1981. A molluszkafauna alapján rekonstruálható éghajlati-ökológiai viszonyok a magyarországi fiatal löszök felső részének képződése idején (Dunaújváros-Tápiósülyi löszösszlet). *Földrajzi Értesítő* 30, 315-317.

WEIN GY., MOLDVAY L. 1973. Magyarázó Magyarország 200000-es földtani térképsorozatához. L-34-XIX. Mohács

WEN, Q., YANG, W., DIAO, G., SUN, F., YU, S., LIU Y. 1984. The evolution of chemical elements in loess of China and paleoclimatic conditions during loess deposition. – In: PÉCSI M. (Ed.): *Lithology and stratigraphy of loess and paleosols*. Geographical Research Institute Hungarian Academy of Sciences, Budapest, 161-169.

WINTLE, A.G., PACKMANN, S.C. 1988. Thermoluminescence ages for three sections in Hungary. *Quaternary Science Reviews* 7, 315-320.

WITTE, H.J.L., COOPE, G.R., LEMDAHL, G., LOWE, J.J. 1998. Regression coefficients of thermal gradients in northwestern Europe during the last glacial-Holocene transition using beetle MCR data. *Journal of Quaternary Science* 13, 435-445.

ZADEH, L.A. 1965. Fuzzy sets. *Information and Control* 8 (3), 338-353.

ZILAHÍ-SEBESS L., LENDVAY P., SZONGOTH G. 2000. A negyedidőszaki képződmények tagolása és jellemzése fizikai tulajdonságok alapján az üveghutai telephelyen. *A MÁFI évi jelentése 1999-ről*, 185-191.

ZÖLLER, L., WAGNER, G.A. 1990. Thermoluminescence dating of loess – recent developments. *Quaternary International* 7/8, 119-128.

<http://www.atomki.hu/kal/vizsgalatok.html> (utoljára megtekintve: 2005. október 7.)



<http://www.terkepcentrum.hu> (utoljára megtekintve: 2005. március 25.)

<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/icecore/greenland/summit> (utoljára megtekintve: 2005. október 25.)

[ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions\\_by\\_author/bond1992/bond1992.txt](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions_by_author/bond1992/bond1992.txt) (utoljára megtekintve: 2005. október 26.)



## MELLÉKLETEK

### ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra. A feltárások földrajzi elhelyezkedése. Jelmagyarázat: 1. Majs 1., 2. Majs 2/a, 3. Majs 2/b, 4. Majs 3., 5. Töttös, 6. Nagynyárad, 7. Bácsfapuszta, 8. Monyoród, 9. Liptód, 10. Villánykövesdi Téglagyár, 11. Beremend.
2. ábra. A majszi szelvények elhelyezkedése. Jelmagyarázat: 1. Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás, 2. Majs 2. számú (tehéntelep) feltárás a) szelvénye, 3. Majs 2. számú (tehéntelep) feltárás b) szelvénye, 4. Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás.
3. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
4. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
5. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
6. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
7. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
8. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye fő- és nyomelemzésének eredményei.
9. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
10. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
11. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
12. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye fő- és nyomelemzésének eredményei.
13. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
14. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása.
15. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
16. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
17. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
18. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
19. ábra. A töttösi feltárás szelvényének (5.) elhelyezkedése.
20. ábra. A töttösi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.



21. ábra. A töttösi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
22. ábra. A töttösi feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
23. ábra. A töttösi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
24. ábra. A nagygyárádi szelvény (6.) elhelyezkedése.
25. ábra. A nagygyárádi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
26. ábra. A nagygyárádi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
27. ábra. A nagygyárádi feltárás Mollusca-faunája ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
28. ábra. A nagygyárádi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
29. ábra. A Monyoródi Téglagyár szelvényének (7.) elhelyezkedése.
30. ábra. A Monyoródi Téglagyári feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
31. ábra. A Monyoródi Téglagyári feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
32. ábra. A bácsfapusztai szelvény (8.) elhelyezkedése.
33. ábra. A bácsfapusztai feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
34. ábra. A bácsfapusztai feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
35. ábra. A bácsfapusztai feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
36. ábra. A bácsfapusztai feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
37. ábra. A liptódi szelvény (9.) elhelyezkedése.
38. ábra. A liptódi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
39. ábra. A liptódi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
40. ábra. A liptódi feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
41. ábra. A liptódi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
42. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári szelvény (10.) elhelyezkedése.
43. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
44. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.
45. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.
46. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.
47. ábra. A beremendi szelvény (11.) elhelyezkedése.
48. ábra. A beremendi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.
49. ábra. A beremendi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.



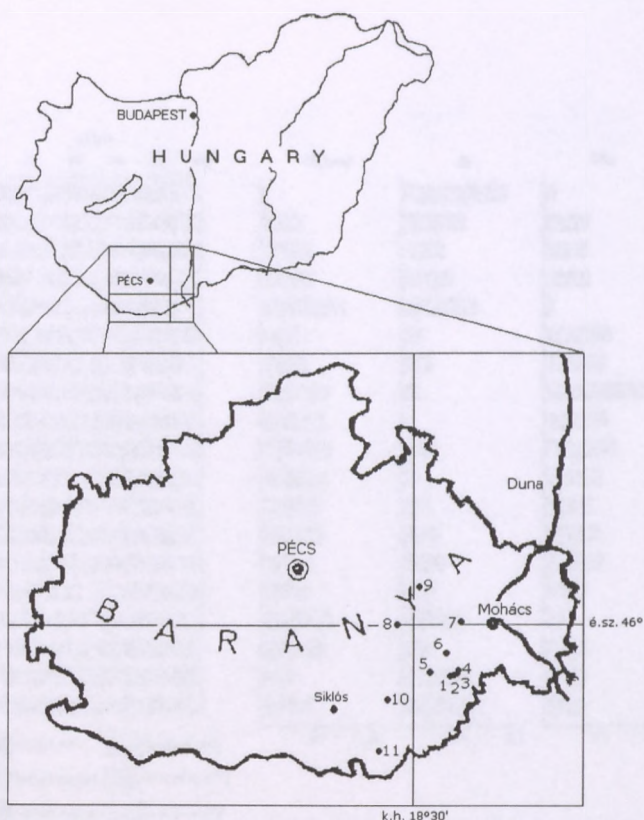
50. ábra. A beremendi feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása. Jelmagyarázat: szürke nyíl – a *Neostyriaca corynodes* faj megjelenési helye, fehér nyíl – a *Catinella arenaria* faj megjelenési helye.
51. ábra. A beremendi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe. Jelmagyarázat: szürke nyíl – a *Neostyriaca corynodes* faj megjelenési helye, fehér nyíl – a *Catinella arenaria* faj megjelenési helye.
52. ábra. A Majs 1., Majs 2/a és Majs 2/b feltárások és a Majs 2/a feltárásban feltehetőleg lepusztult paleotalaj helyzete. Jelmagyarázat: fekete nyíl – eróziós hiány.
53. ábra. A szelvények rétegsorai hozzávetőlegesen lito- és biosztratigráfiai „helyzetüknek” megfelelően. Jelmagyarázat: I. Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás, II. Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvénye, III. Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás b) szelvénye, IV. Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás, V. Töttös, VI. Nagynyárad, VII. Monyoródi Téglagyár, VIII. Bácsfapuszta, IX. Liptód, X. Villánykövesdi Téglagyár, XI. Beremend.
54. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok középső-pleisztocénbe sorolt löszből (50 feletti egyedszámú mintákból).
55. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok felső-pleisztocénbe sorolt löszből (50 feletti egyedszámú mintákból).
56. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok középső-pleisztocénbe sorolt löszből (100 feletti egyedszámú mintákból).
57. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok felső-pleisztocénbe sorolt löszből (100 feletti egyedszámú mintákból).
58. ábra. A malako-hőmérő módszerrel számított őshőmérsékletek alakulása 15-30.000 BP évek között Magyarország északabbi területein, a Délkelet-Dunántúli északabbi részén és Dél-Baranyában, valamint ezek összevetése a grönlandi GRIP Summit és GISP2 jégmagok  $\delta^{18}O$  adataival illetve a V23-81 és DSDP-609 jelű mélytengeri fúrásanyagok *N. pachyderma* (s.) eloszlásával. Jelmagyarázat. 1. oszlop (balról): MIS – Marin oxigén-izotóp stádiumok Martinson et al. (1987) után. 2. oszlop:  $T_{July}$  ( $^{\circ}C$ ) – A júliusi őshőmérsékletek alakulása a SÜMEGI és KROLOPP (1995, 2002) által Magyarország északabbi területeiről származó adatok (I), a HUM által (2001) a délkelet-dunántúli adatok (II), valamint a szerző által a dél-baranyai rétegsorok adatai alapján. 3. oszlop: a GRIP Summit (Grönland) jégfúrás minta  $\delta^{18}O$ -görbéje (Bond et al. 1993), a görbe melletti jelek – 2,3,4 – interstadiálisok (Johnsen et al. 1992, Bond et al. 1993, Dansgaard et al. 1993), H2 és H3 – Heinrich események (Bond et al. 1992, Bond et al. 1993); 4. oszlop: a GISP2 jégmag  $\delta^{18}O$ -görbéje (Grootes et al. 1993, Alley et al. 1995), a GRIP Summit és GISP2 jégminták  $\delta^{18}O$  adatai és a melljük rendelt koradatok a <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/icecore/greenland/summit> címen található adatbázisból származnak és hozzávetőlegesen 100 év felbontással készültek, 5. oszlop: a V23-81, észak-atlanti óceáni mélytengeri fúrás minta foraminifera görbéje (a 10  $^{\circ}C$  alatti hőmérsékletű tengervízben élő *Neogloboquadrina pachyderma* (s.) %-os aránya alapján) (Bond et al. 1993), 6.



oszlop: a DSDP-609, észak-atlanti óceáni mélytengeri fúrás minta foraminifera görbéje (Bond et al. 1992, 1993), az *N. pachyderma* (s.) faj mennyiségi megoszlására vonatkozó adatok az [ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions\\_by\\_author/bond1992/bond1992.txt](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions_by_author/bond1992/bond1992.txt) címen lévő adatbázisból származnak (Bond 1996).

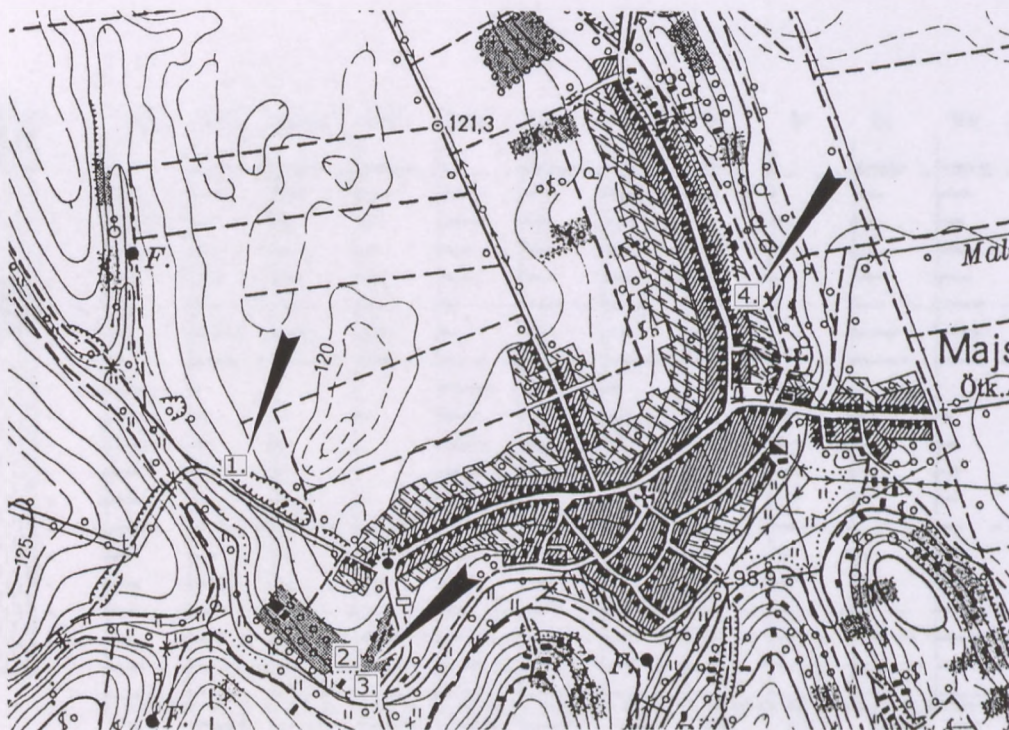
59. ábra. Mamdani-típusú fuzzy következtetési rendszer a MATLAB® Fuzzy Logic Toolbox-ban. Bal oldalon az inputok (geokémiai és üledékföldtani paraméterek, sárgával), középpütt a szabályrendszer, jobb oldalt az output (üledékkategóriák, kékkel) látható.
60. ábra. A rendszer egy input eleme ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) és a trapéz alakú tagsági függvények. Az abszcisszán (x-tengely) a mállás és pedogenezis előrehaladására utaló súly%-ban értendő értékek szerepelnek, az ordinátán a tagság vagy hozzátartozás foka van feltüntetve 0 és 1 között.
61. ábra. A rendszer outputja, tehát a négy üledékkategória és a tagsági függvények. Az abszcisszán (x-tengely) az értékek 0 és 4 között vannak feltüntetve. Az egyes kategóriák ezen belül tartományokat ölelnek fel. Bővebb magyarázat a szövegben.
62. ábra. A négy szabálysor szerint rendeződő függvény ábrák egy gyengén mállott löszmintánál (Majs 1. 4,00-4,40 m). Az utolsó sor a négy fuzzy halmazt, az ezekből alkotott aggregált fuzzy halmazt és a centroid kalkulációval számolt végső, ún. éles értéket mutatja.
63. ábra. A szabálysorok szerinti függvények egy mállott löszminta esetén (Majs 1. 6,40-6,80 m).
64. ábra. A szabálysorok szerinti függvények és a végeredmény egy paleotalaj mintánál (Beremend 10,00-10,40 m).





1. ábra. A feltárások földrajzi elhelyezkedése.

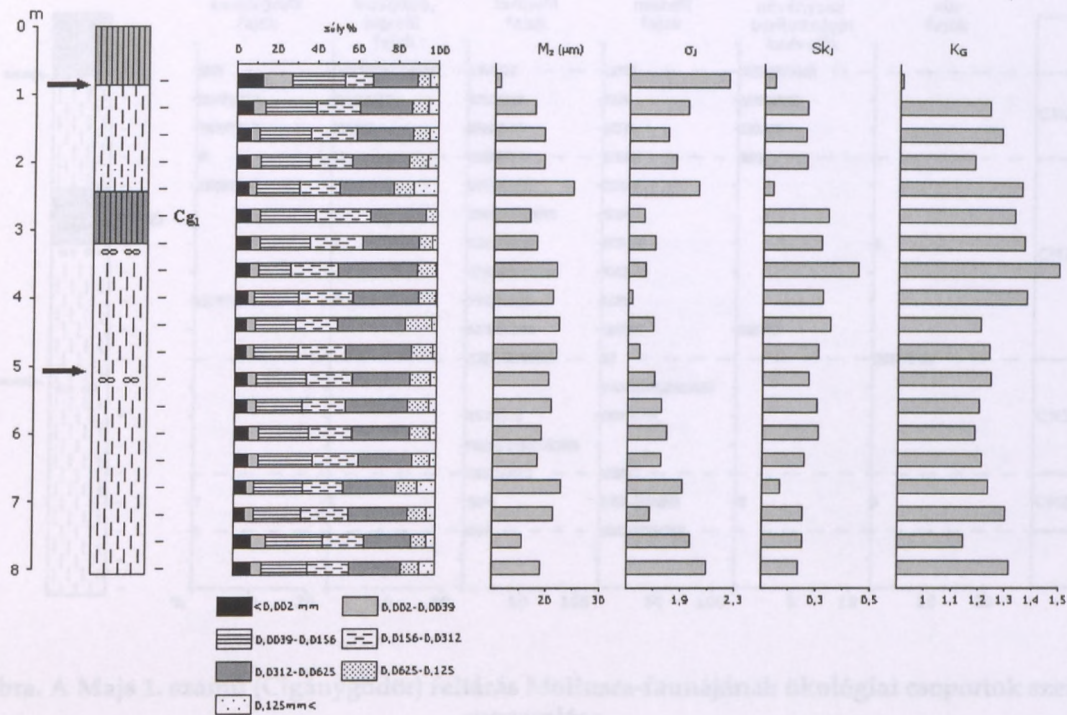
Jelmagyarázat: 1. Majs 1., 2. Majs 2/a, 3. Majs 2/b, 4. Majs 3., 5. Töttös, 6. Nagynyárad, 7. Bácsfapuszta, 8. Monyoród, 9. Liptód, 10. Villánykövesdi Téglagyár, 11. Beremend.



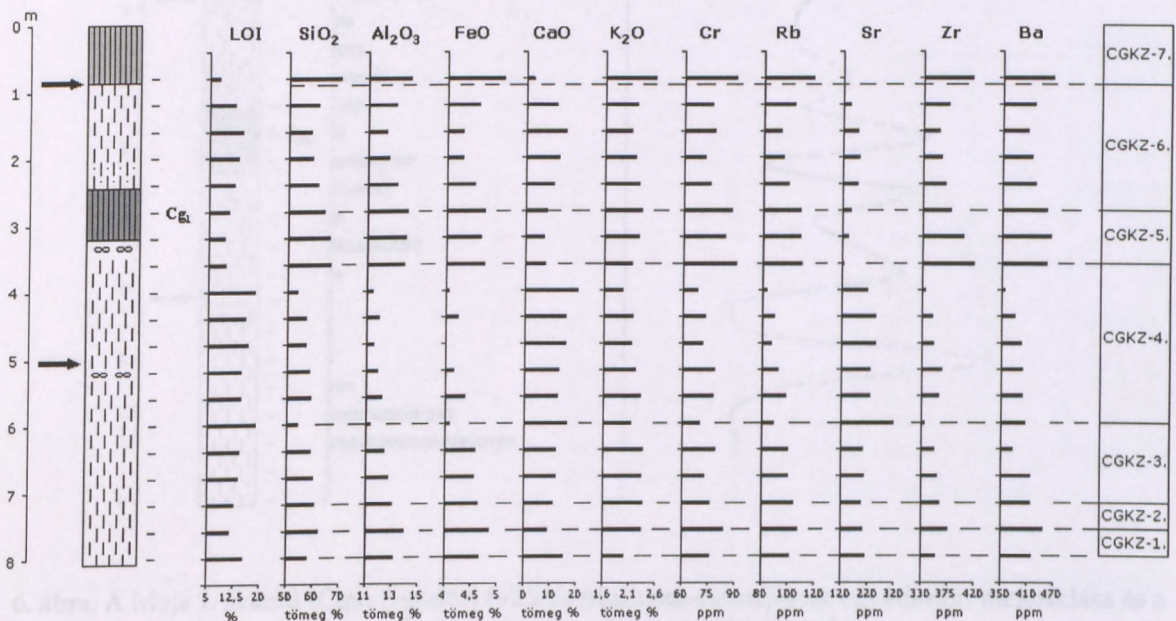
2. ábra. A majszi szelvények elhelyezkedése.

Jelmagyarázat: 1. Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás, 2. Majs 2. számú (tehéntelep) feltárás a) szelvénye, 3. Majs 2. számú (tehéntelep) feltárás b) szelvénye, 4. Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás.



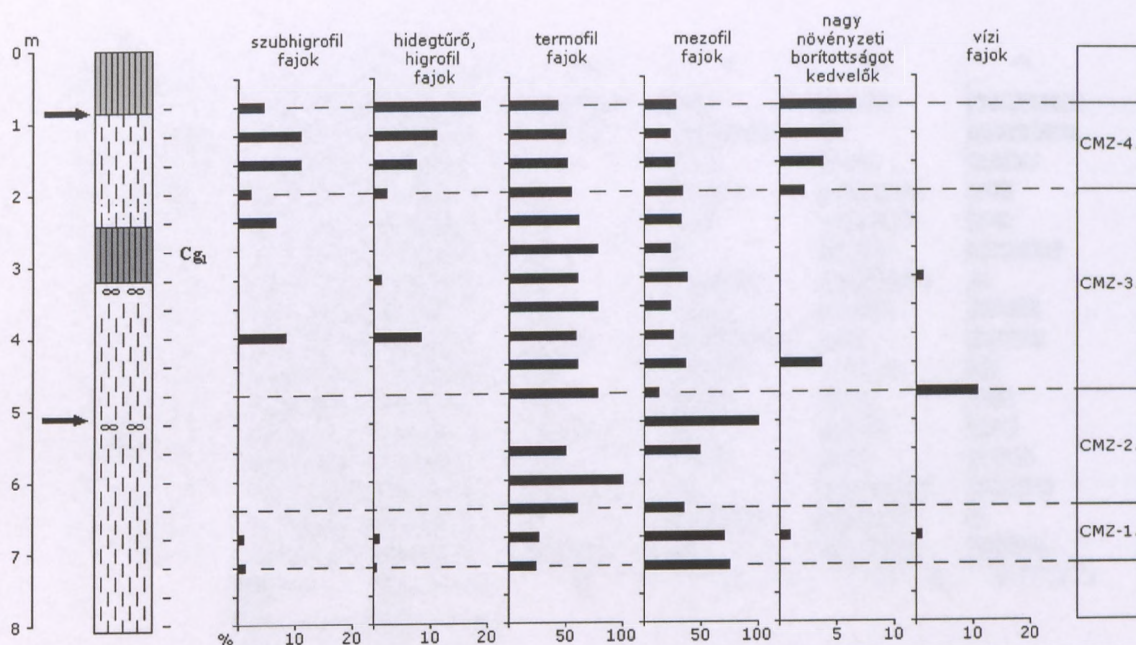


3. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

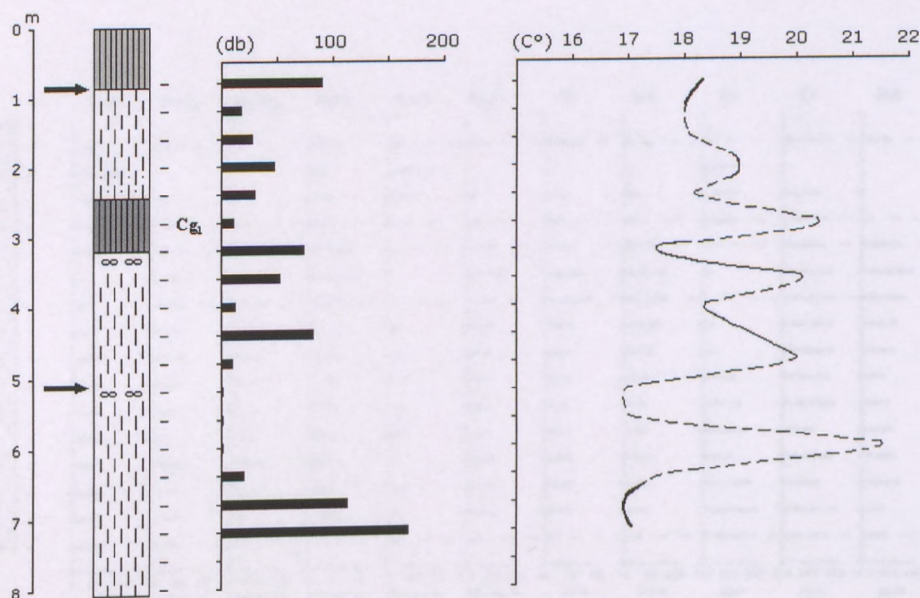


4. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.



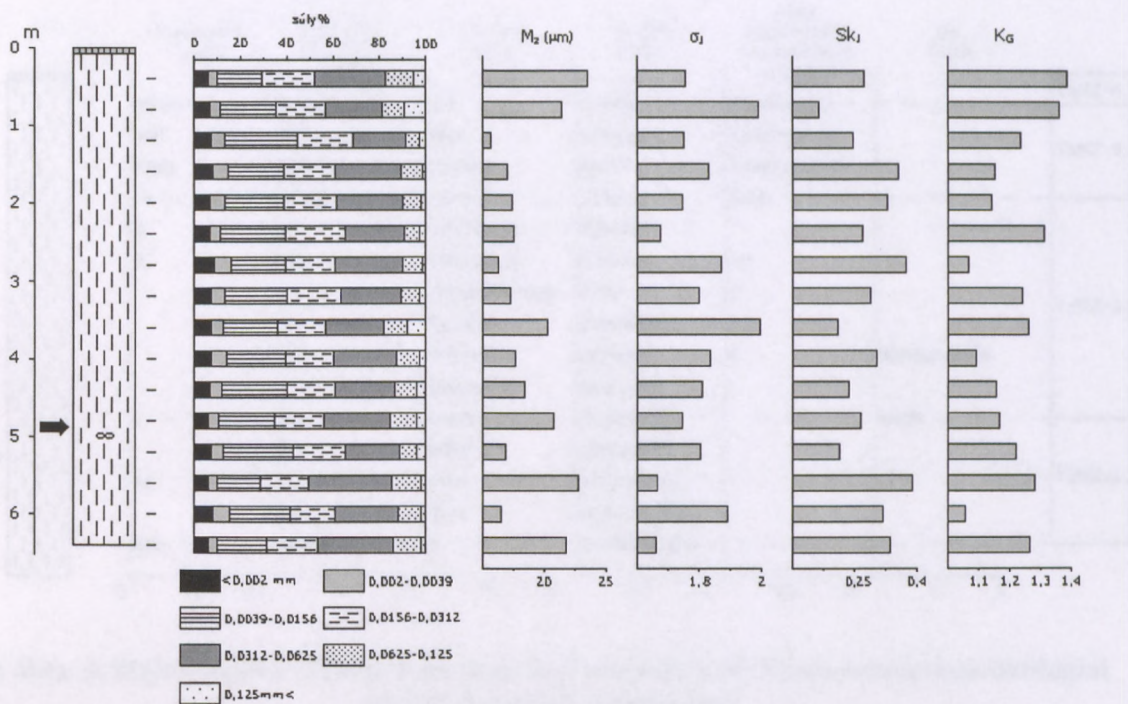


5. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

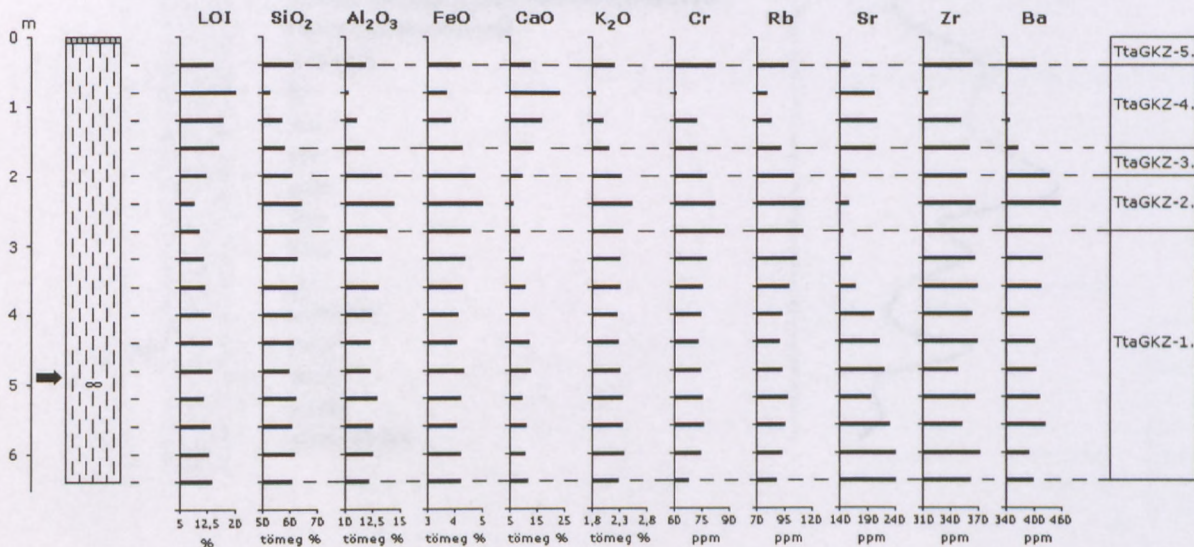


6. ábra. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.



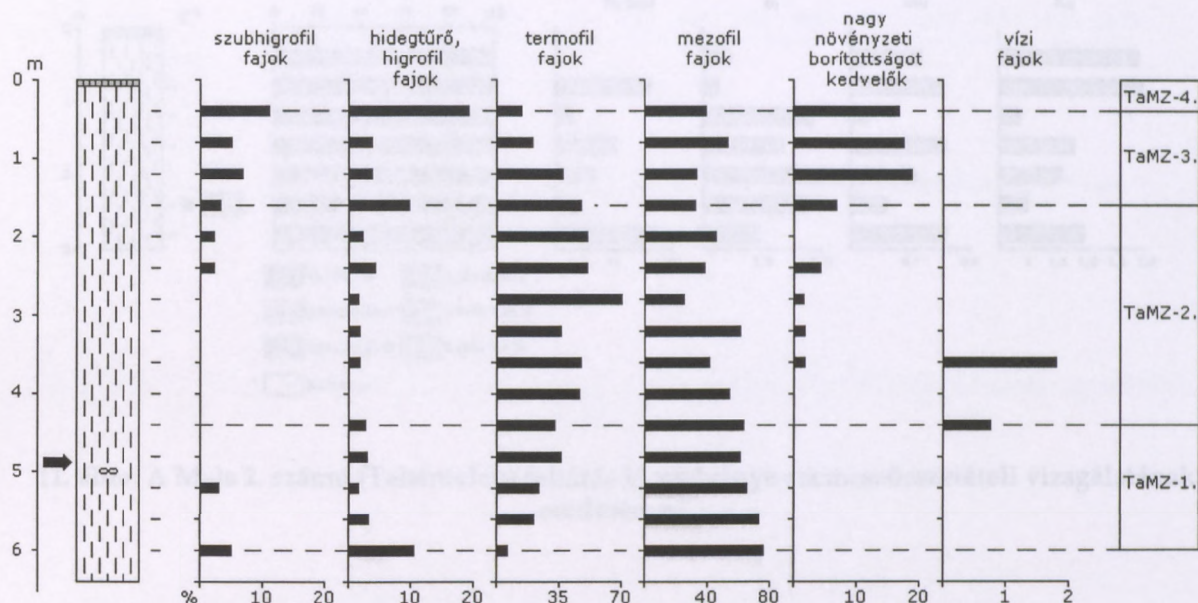


7. ábra. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvénye szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

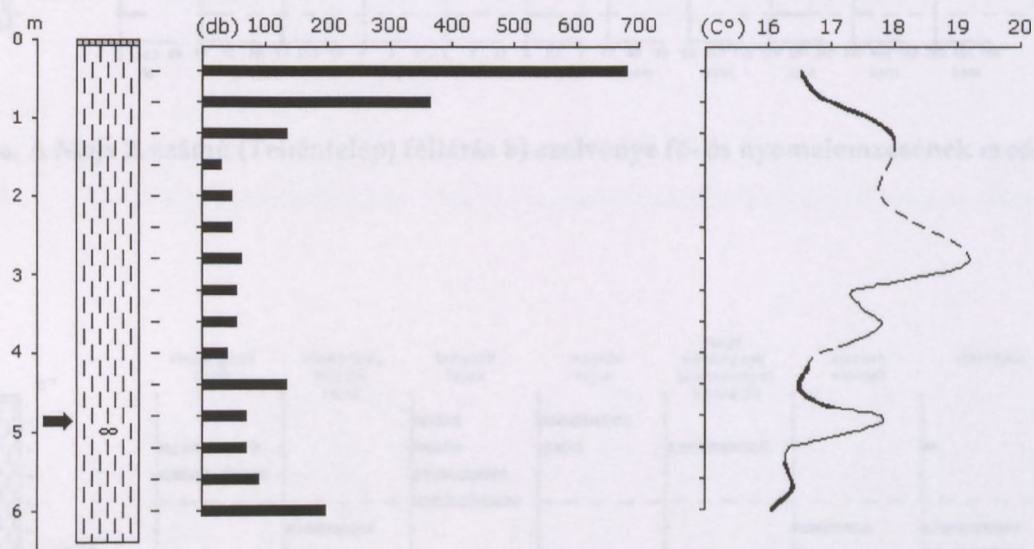


8. ábra. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás a) szelvénye fő- és nyomelemzésének eredményei.



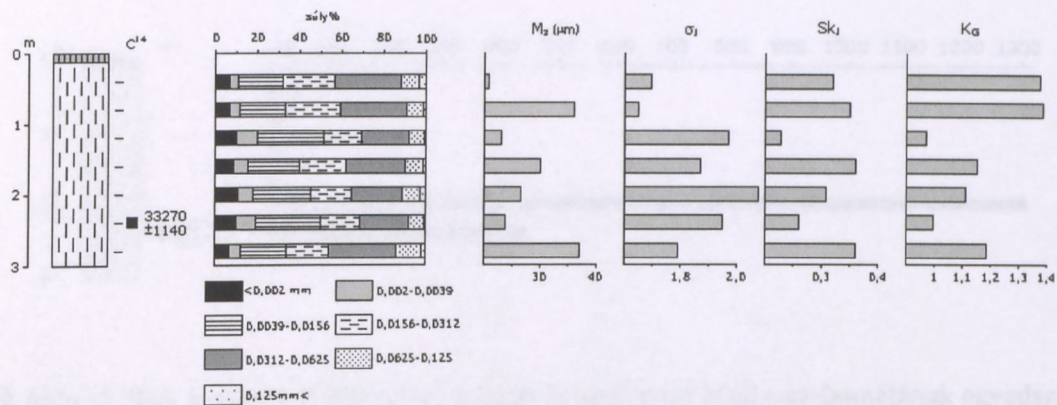


9. ábra. A Maj 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

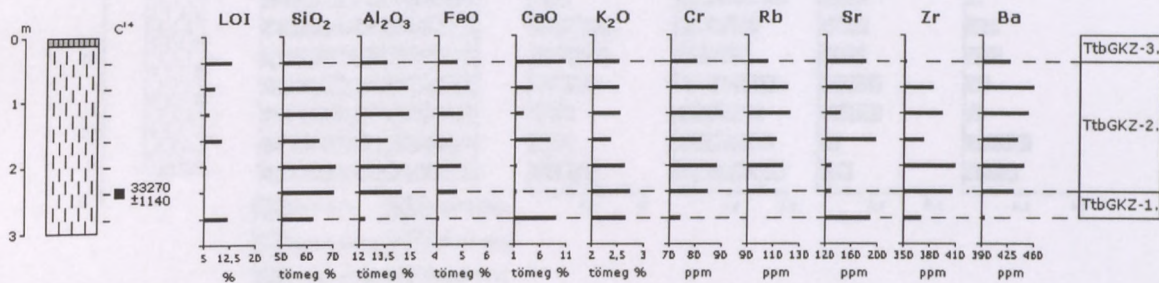


10. ábra. A Maj 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.

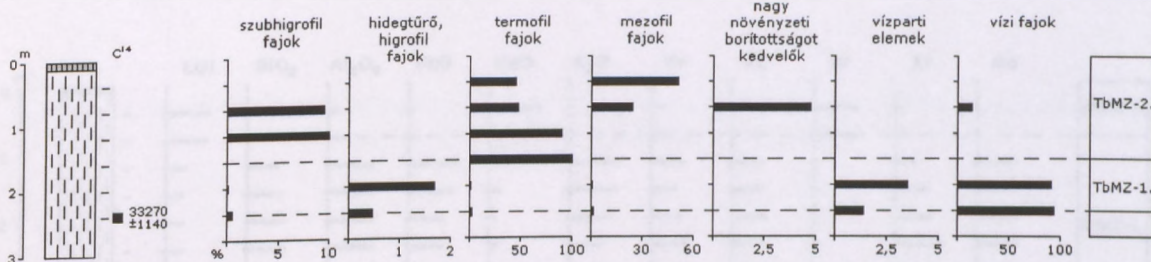




11. ábra. A Maj 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

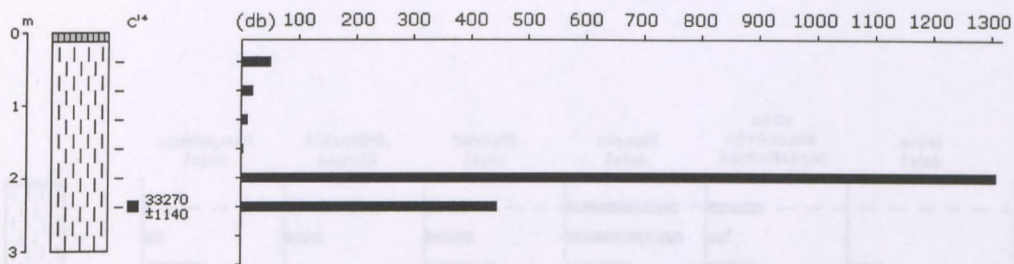


12. ábra. A Maj 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye fő- és nyomelemzésének eredményei.

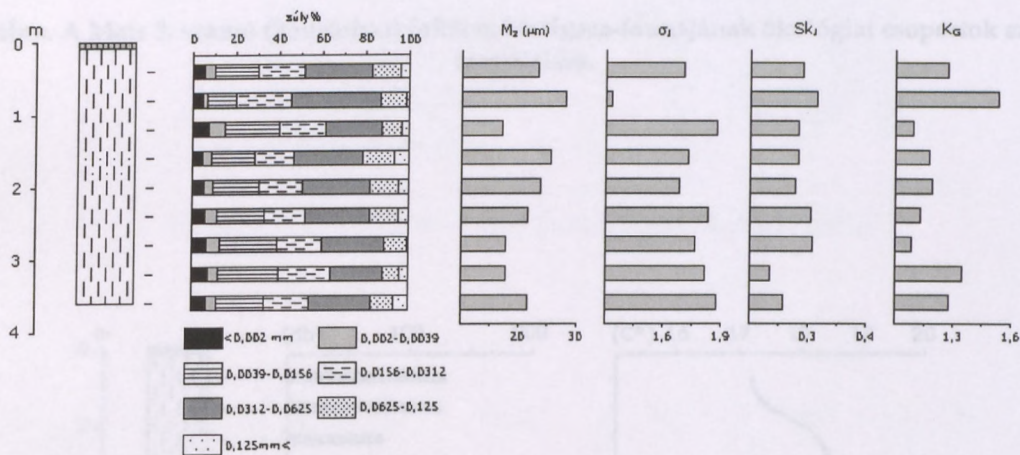


13. ábra. A Maj 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

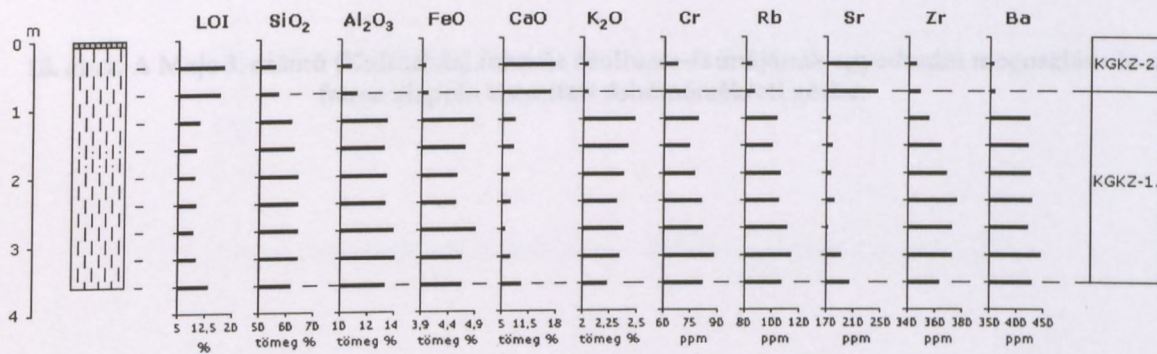




14. ábra. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása.

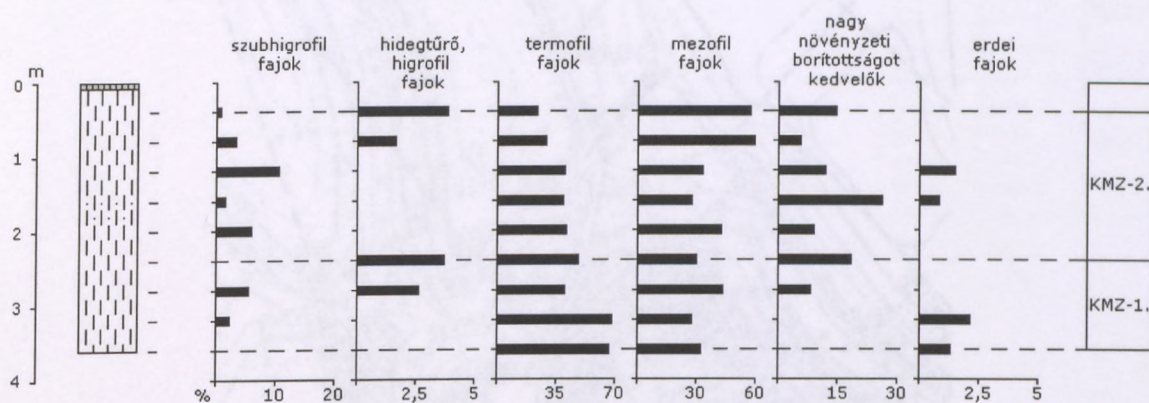


15. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

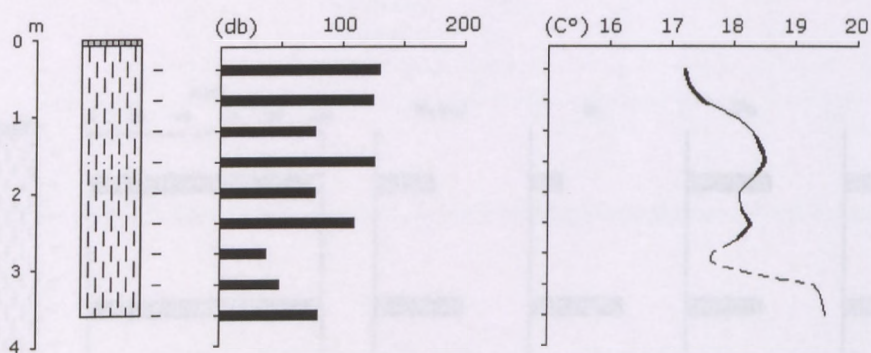


16. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.





17. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

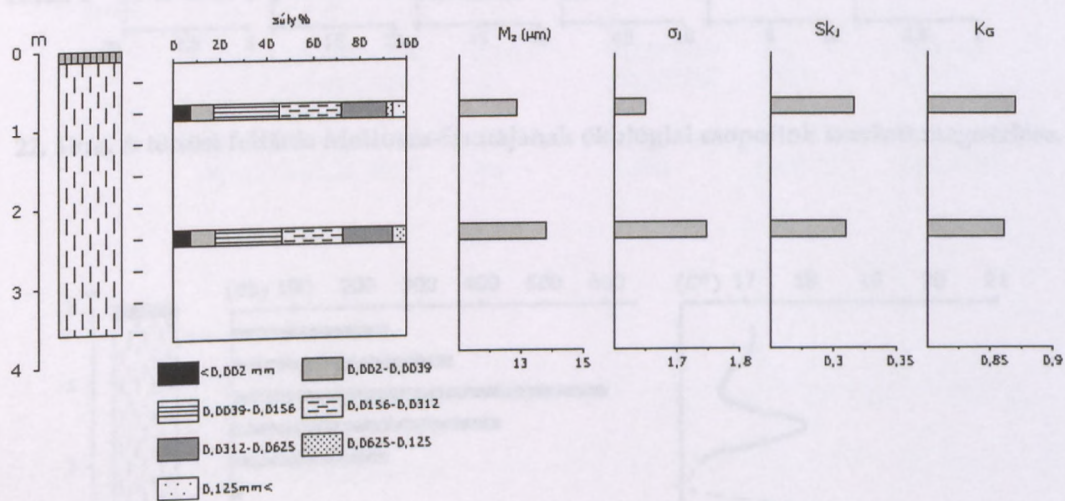


18. ábra. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.



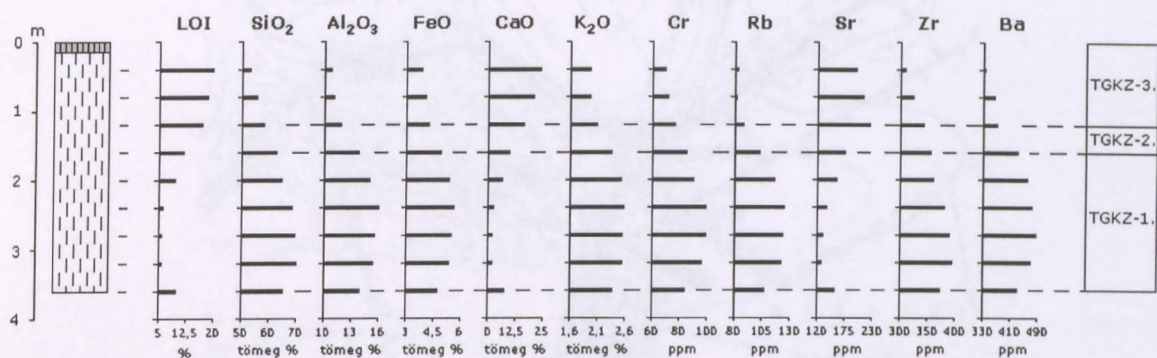


19. ábra. A tóttósi feltárás szelvényének (5.) elhelyezkedése.

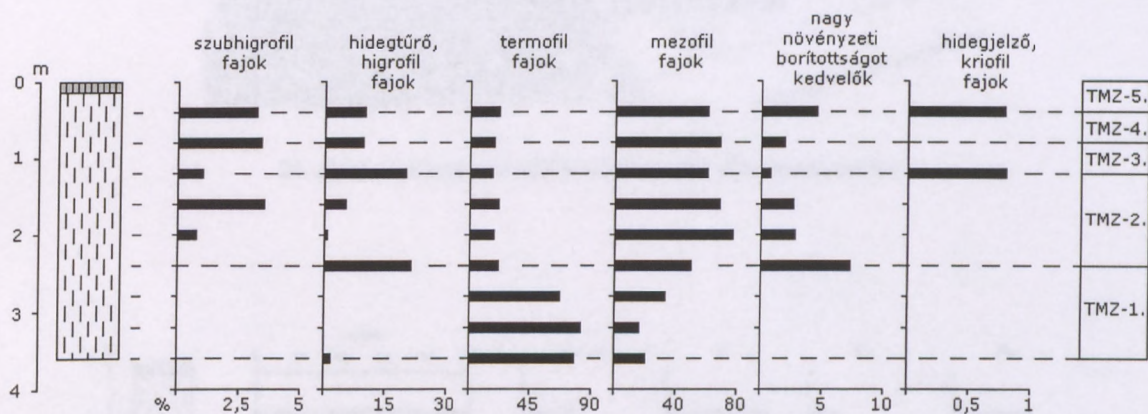


20. ábra. A tóttósi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

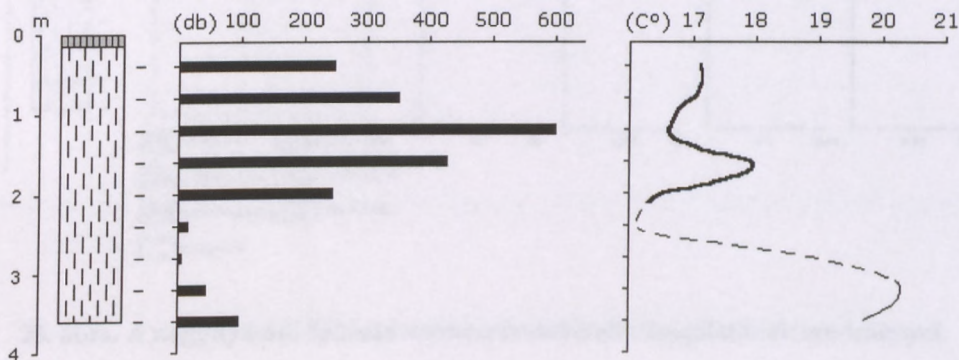




21. ábra. A töttösi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.

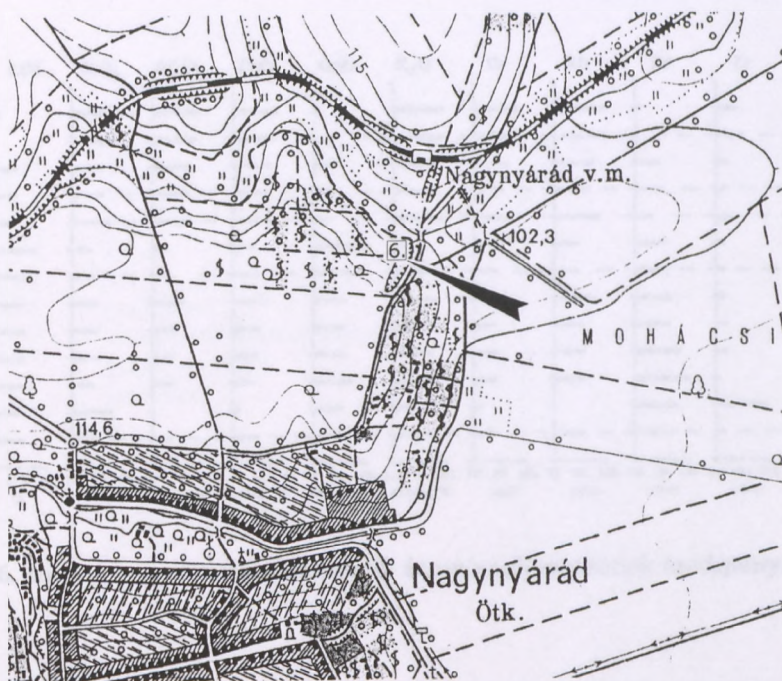


22. ábra. A töttösi feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

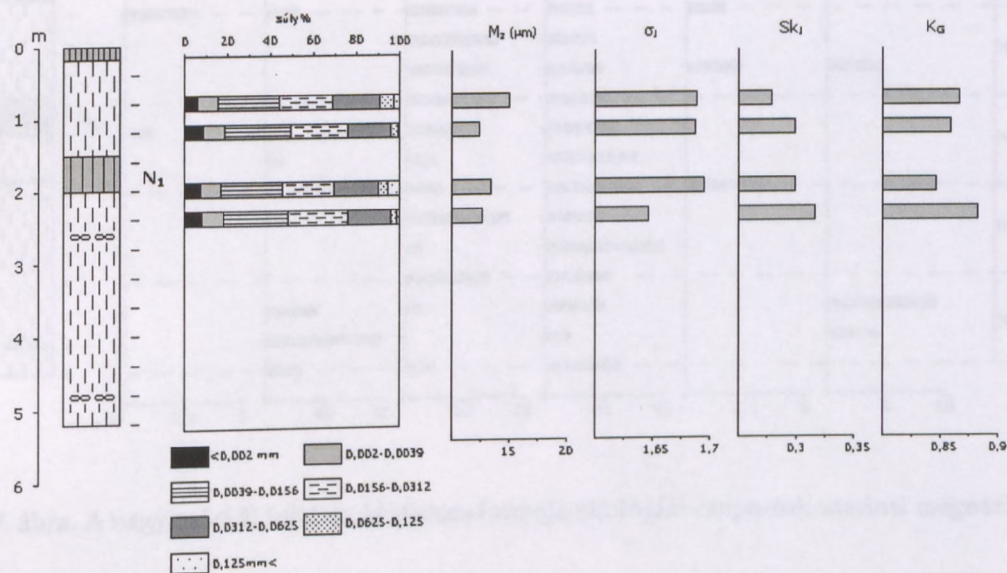


23. ábra. A töttösi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.



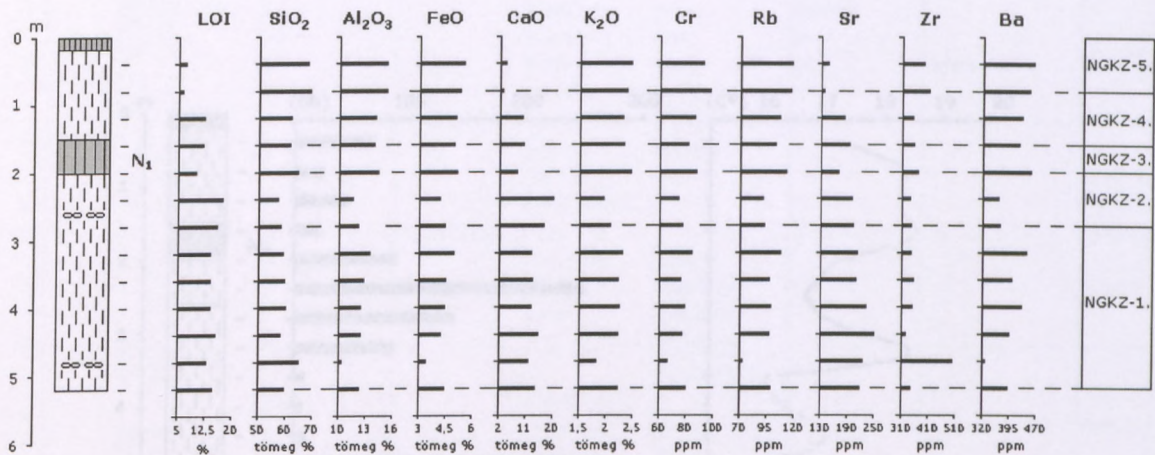


24. ábra. A nagynyáradi szelvény (6.) elhelyezkedése.



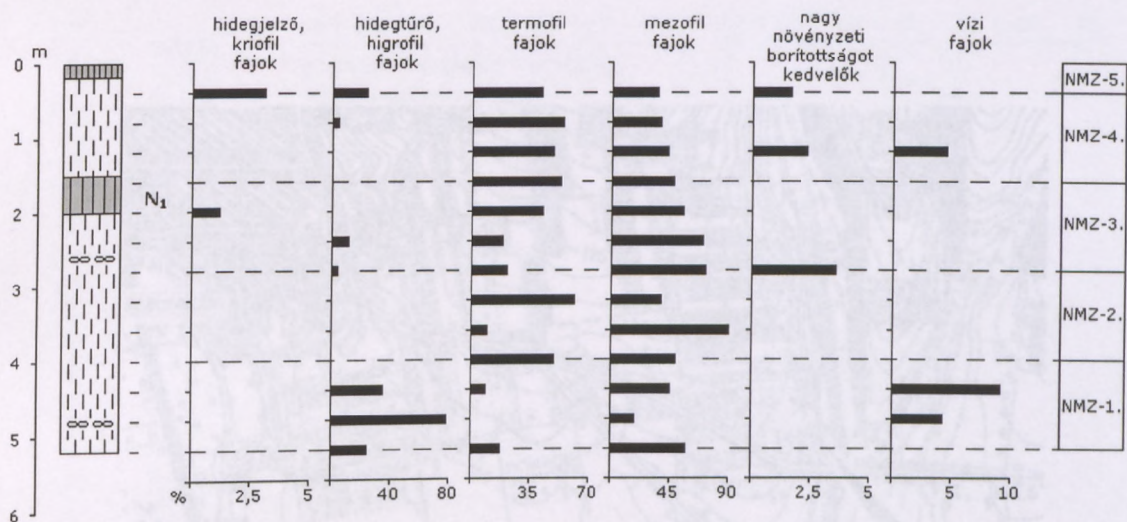
25. ábra. A nagynyáradi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.





26. ábra. A nagynyárádi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.

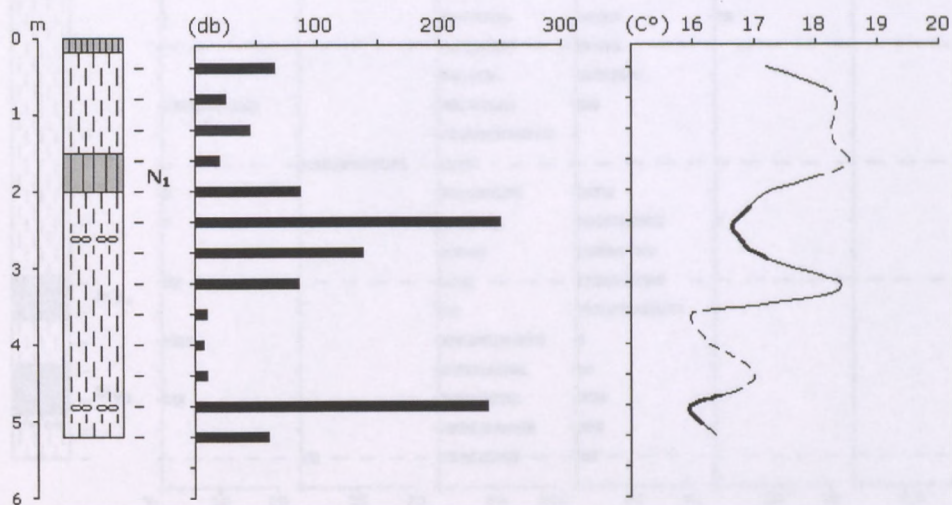
26. ábra. A nagynyárádi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei. A diagram a földrajzi szélesség és a fauna alapján készített földrajzi térképet mutat.



27. ábra. A nagynyárádi feltárás Mollusca-faunája ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

27. ábra. A Nagynyárádi feltárás Mollusca-faunája ökológiai csoportok szerinti megoszlása. A diagram a földrajzi szélesség és a fauna alapján készített földrajzi térképet mutat.



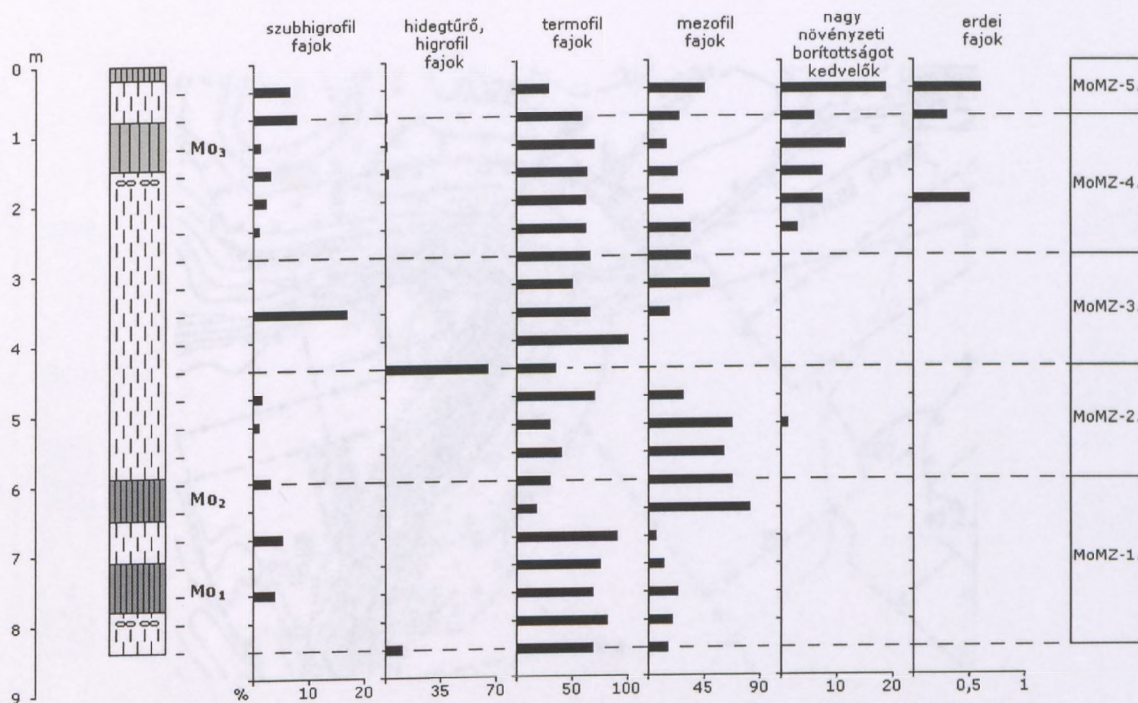


28. ábra. A nagynyárádi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.

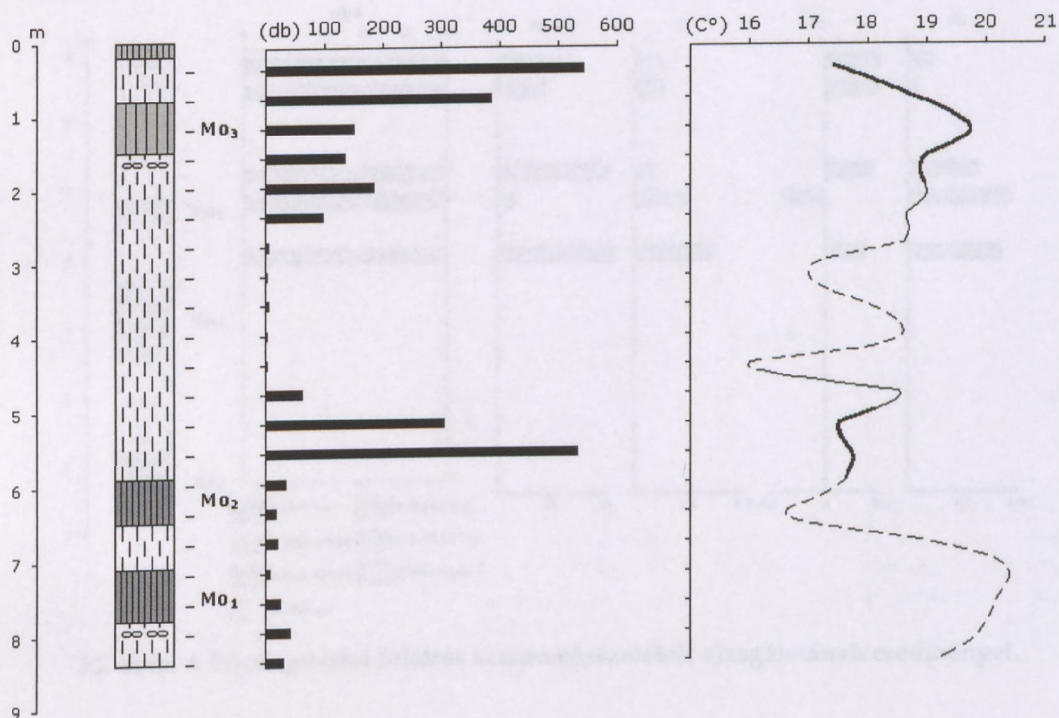


29. ábra. A Monyoródi Téglagyár szelvényének (7.) elhelyezkedése.



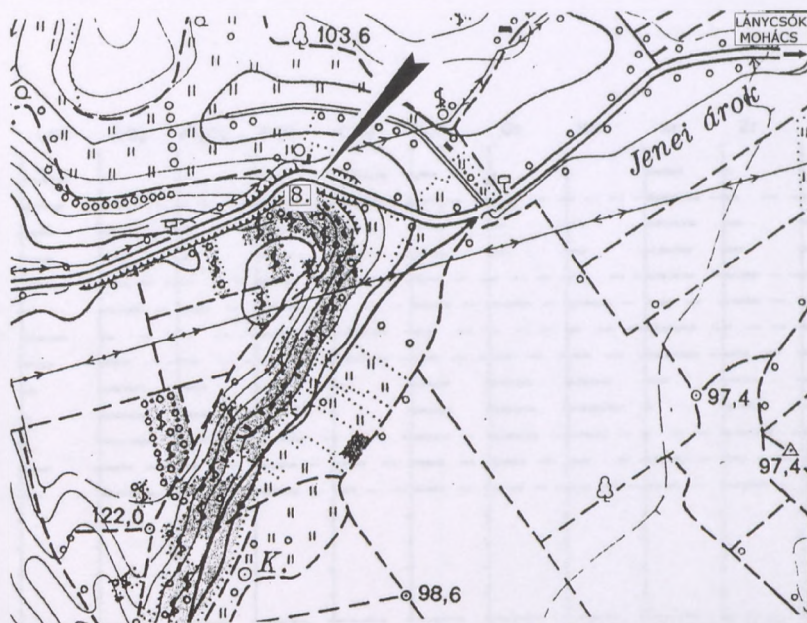


30. ábra. A Monyoródi Téglyagyári feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.

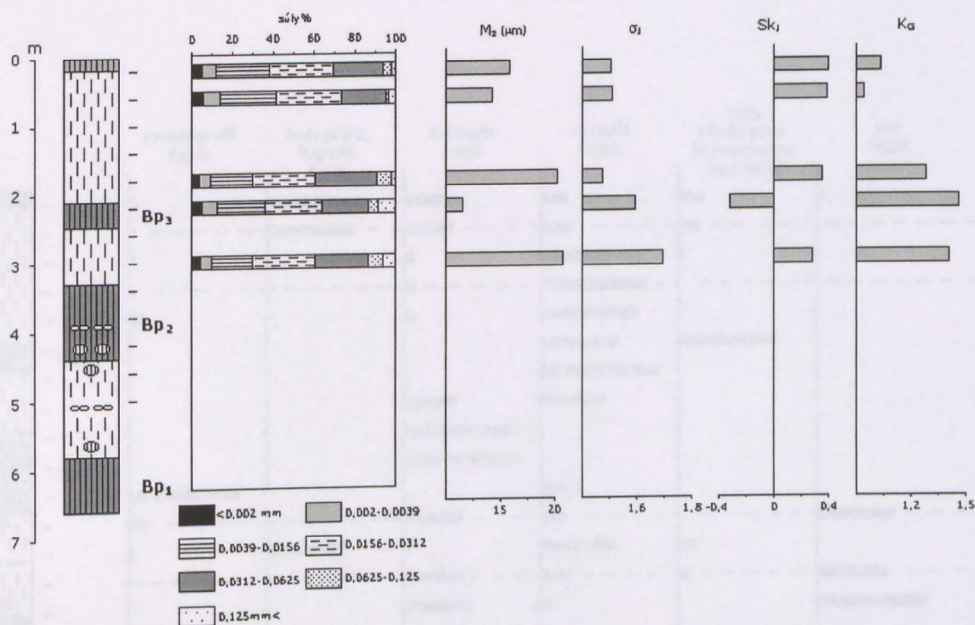


31. ábra. A Monyoródi Téglyagyári feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított óshőmérsékleti görbe.



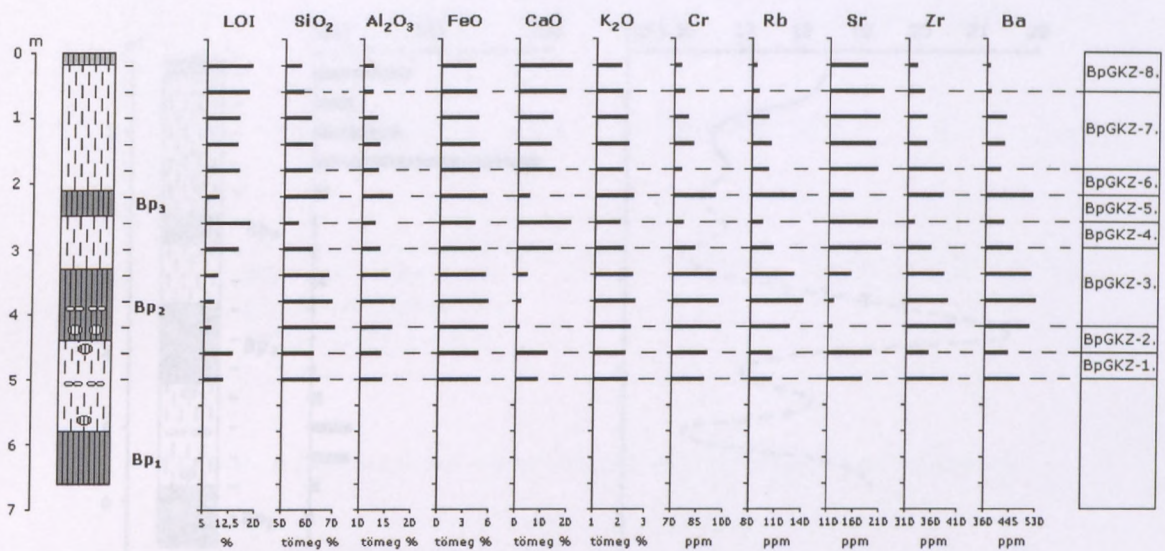


32. ábra. A bácsfapusztai szelvény (8.) elhelyezkedése.

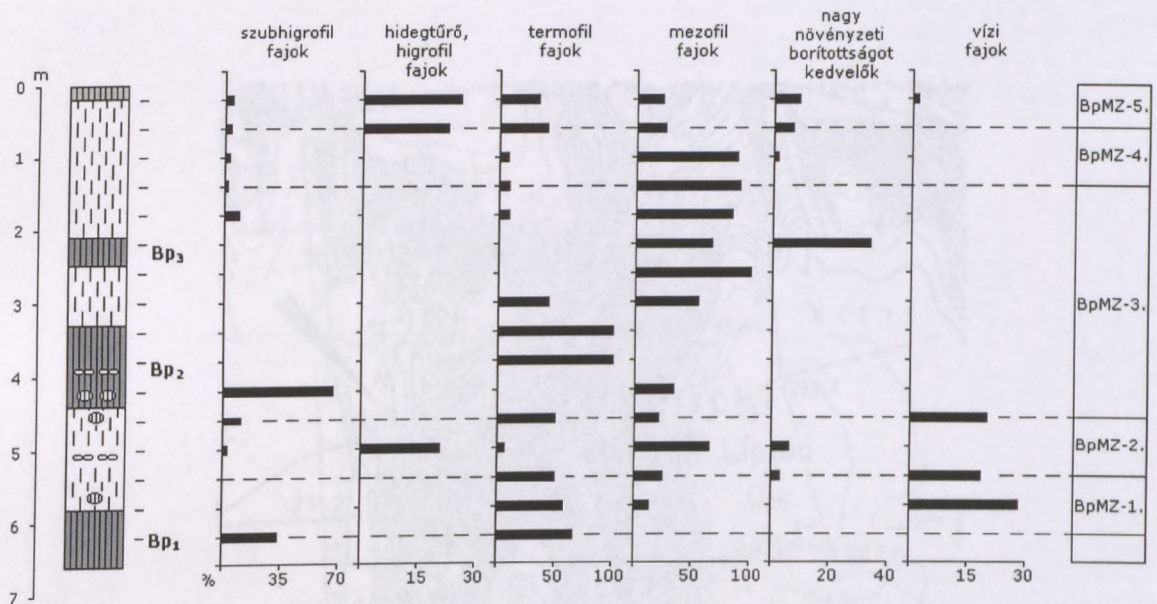


33. ábra. A bácsfapusztai feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.



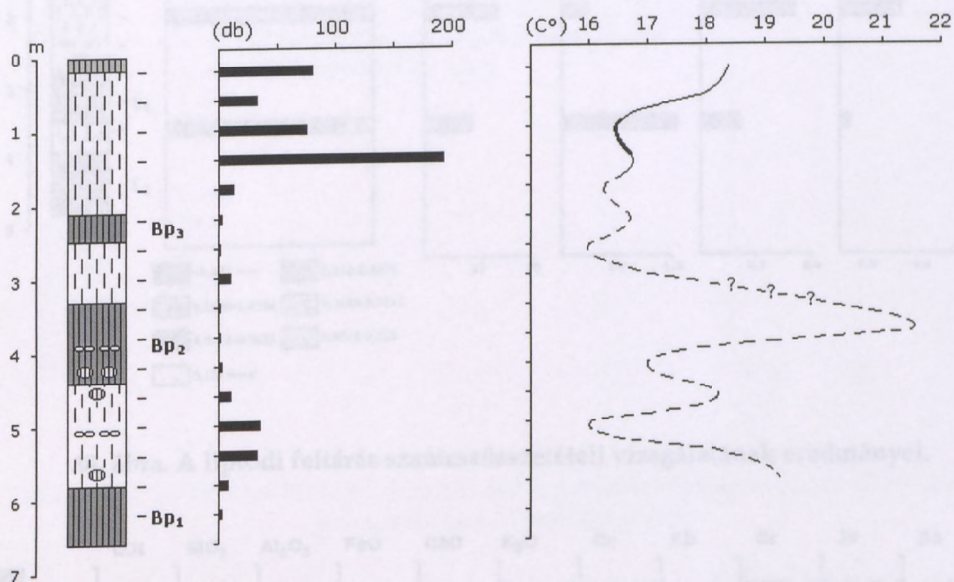


34. ábra. A bácsfapusztai feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.

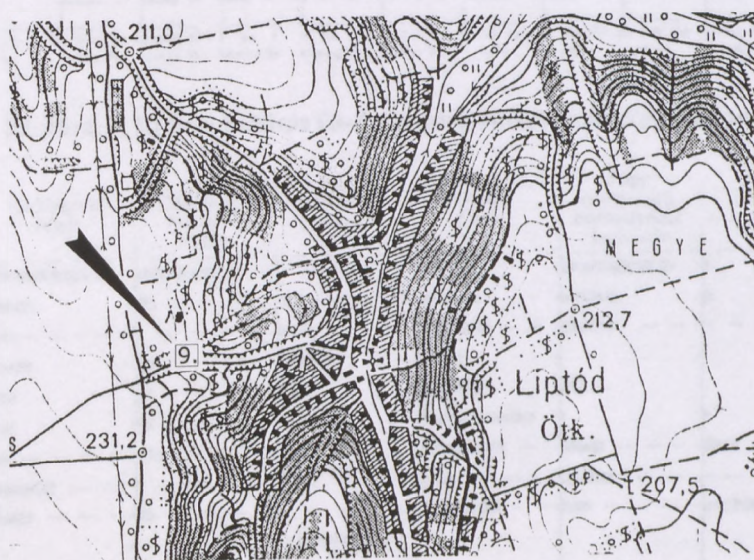


35. ábra. A bácsfapusztai feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.



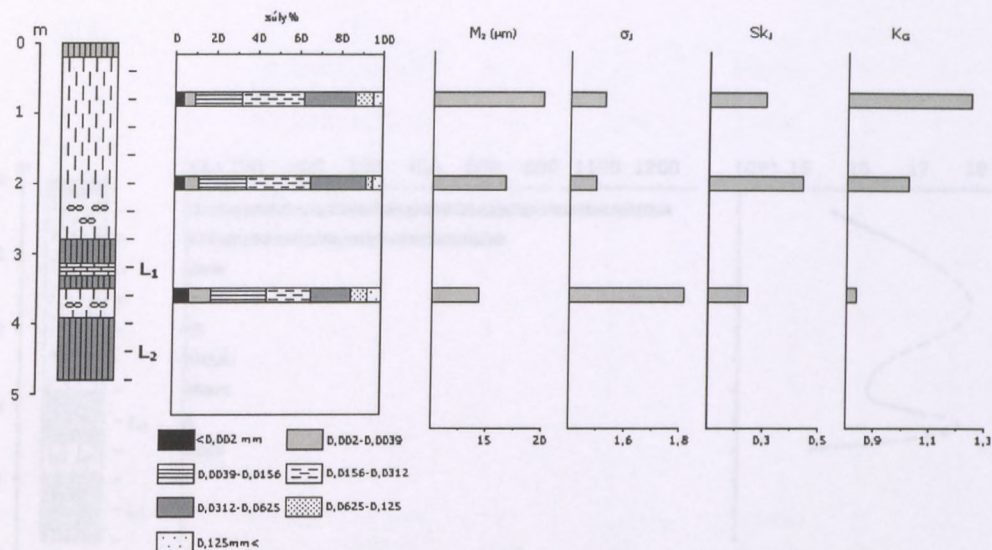


36. ábra. A bácsfapusztai feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.

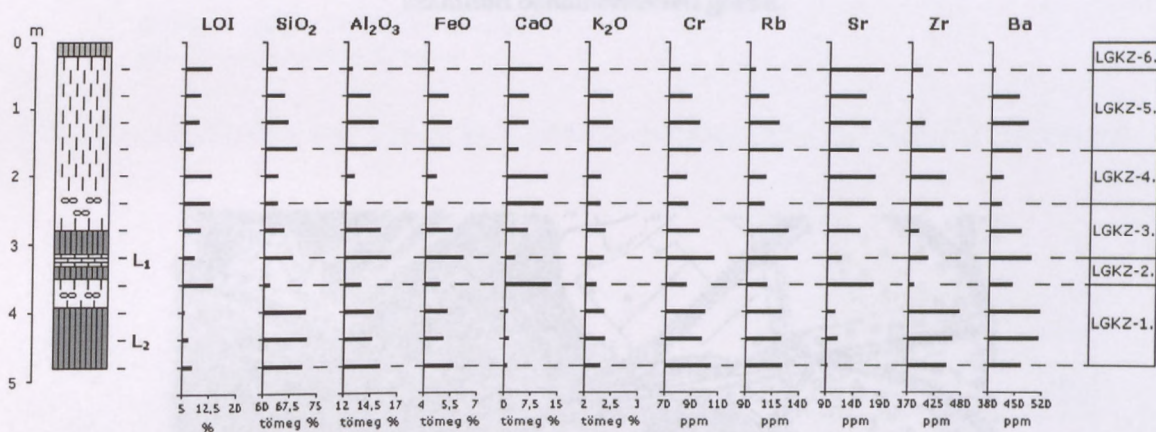


37. ábra. A liptódi szelvény (9.) elhelyezkedése.

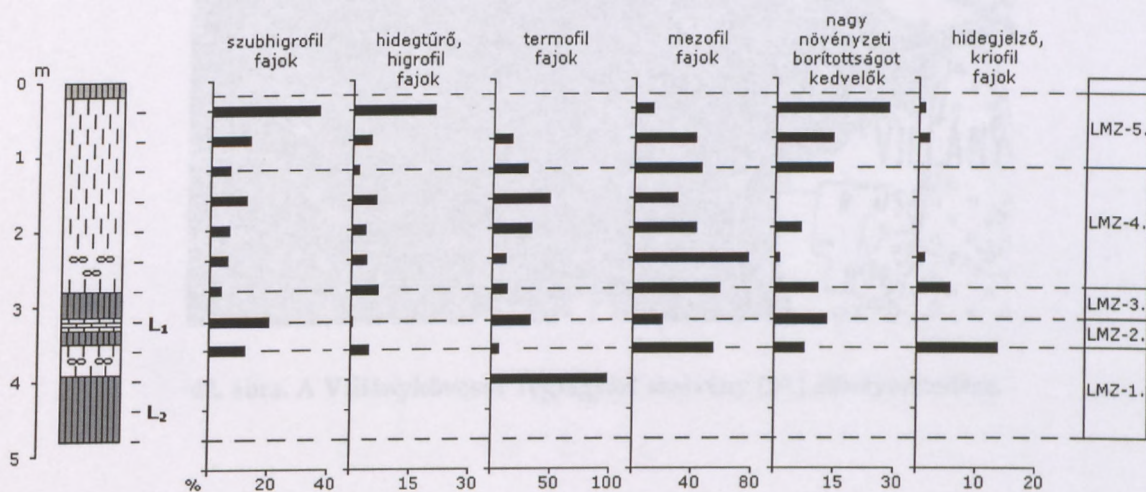




38. ábra. A liptódi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

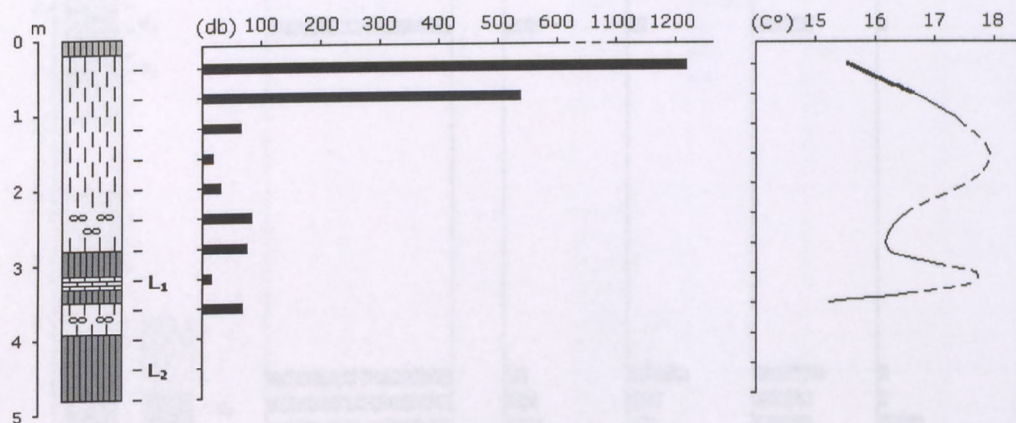


39. ábra. A liptódi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.

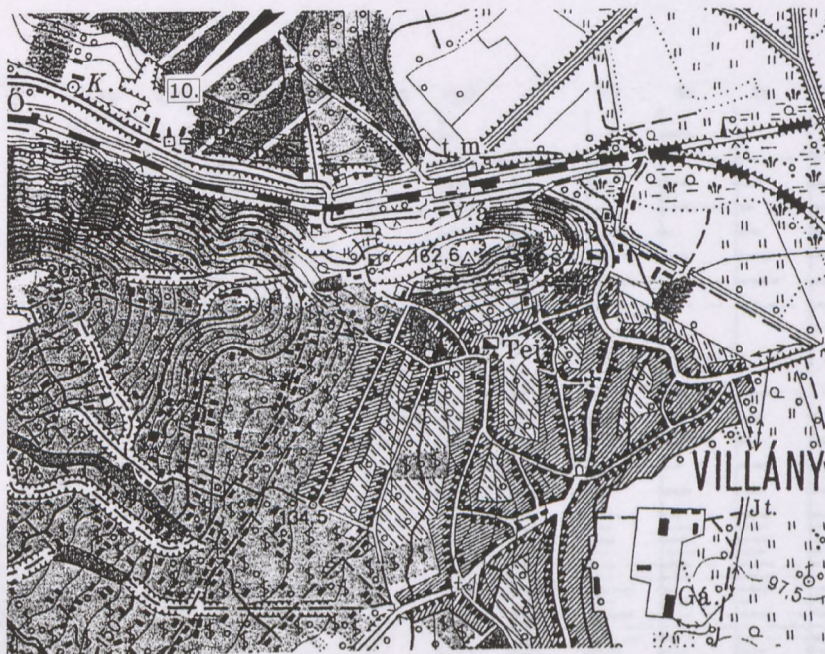


40. ábra. A liptódi feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.



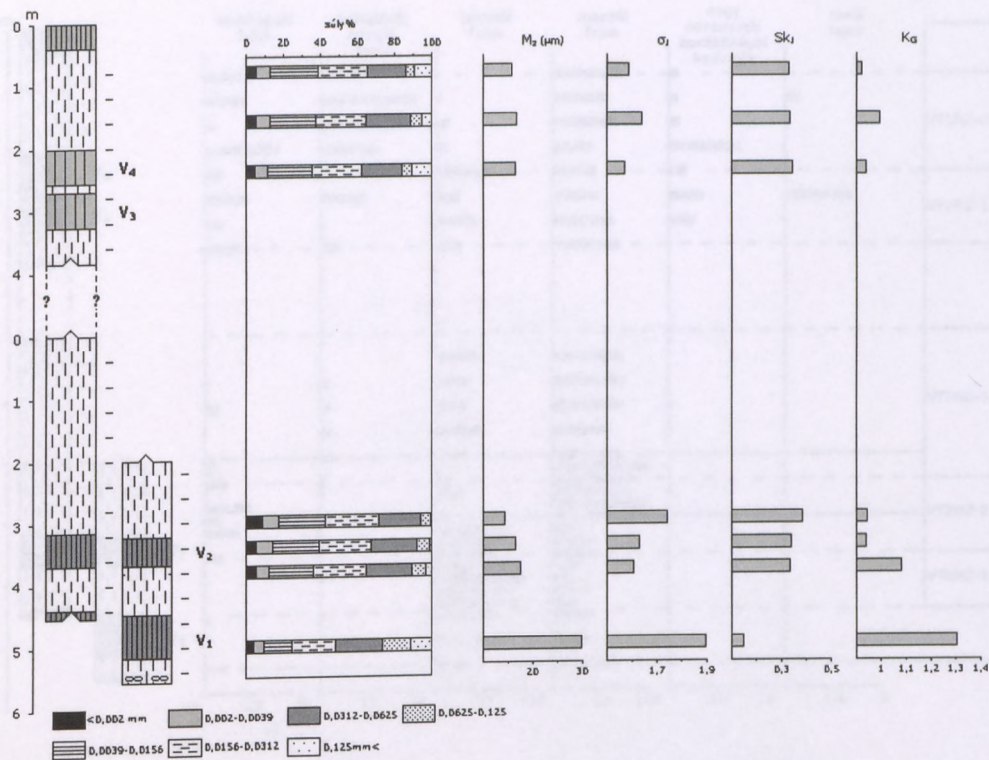


41. ábra. A lipthódi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított óshőmérsékleti görbe.

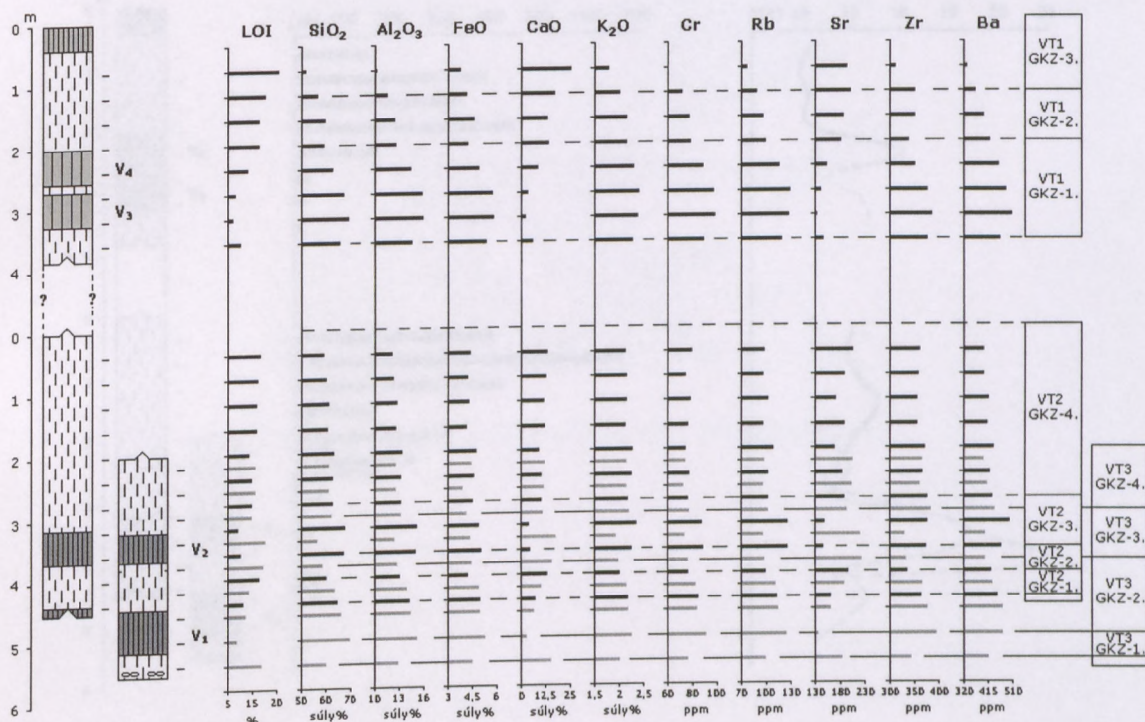


42. ábra. A Villánykövesdi Téglyári szelvény (10.) elhelyezkedése.



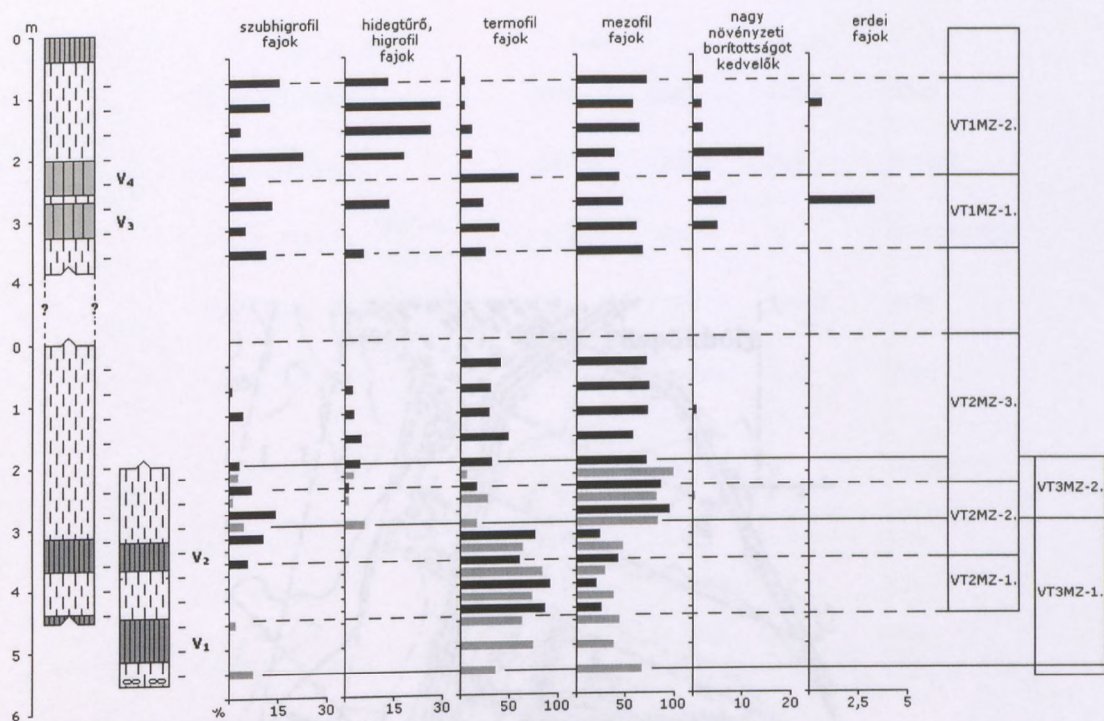


43. ábra. A Villánykövesdi Téglaári feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának eredményei.

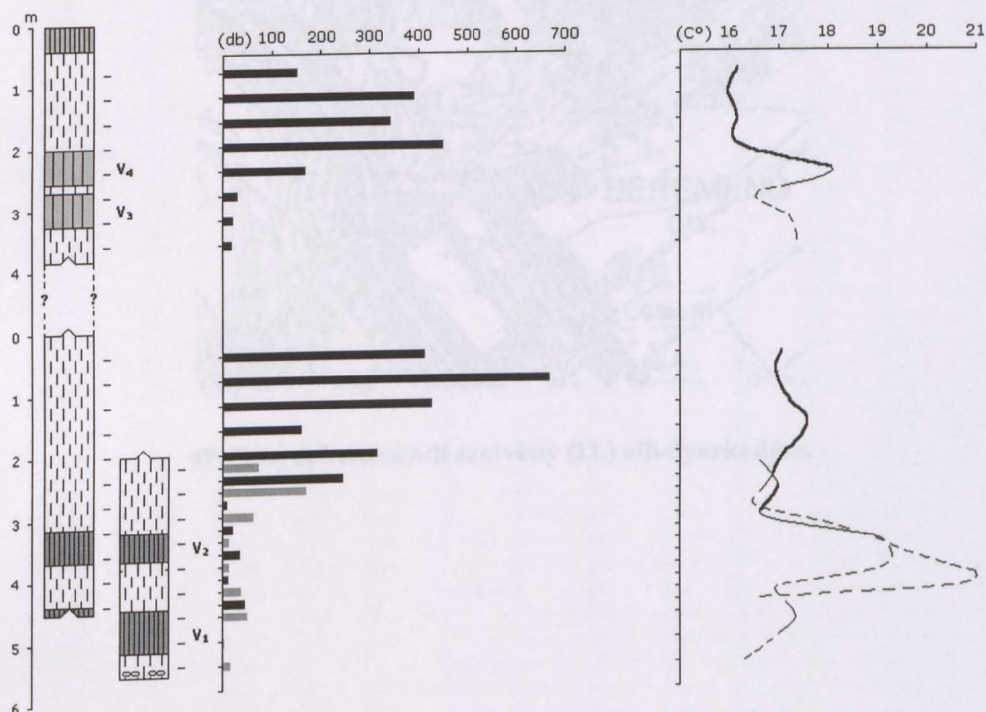


44. ábra. A Villánykövesdi Téglaári feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.



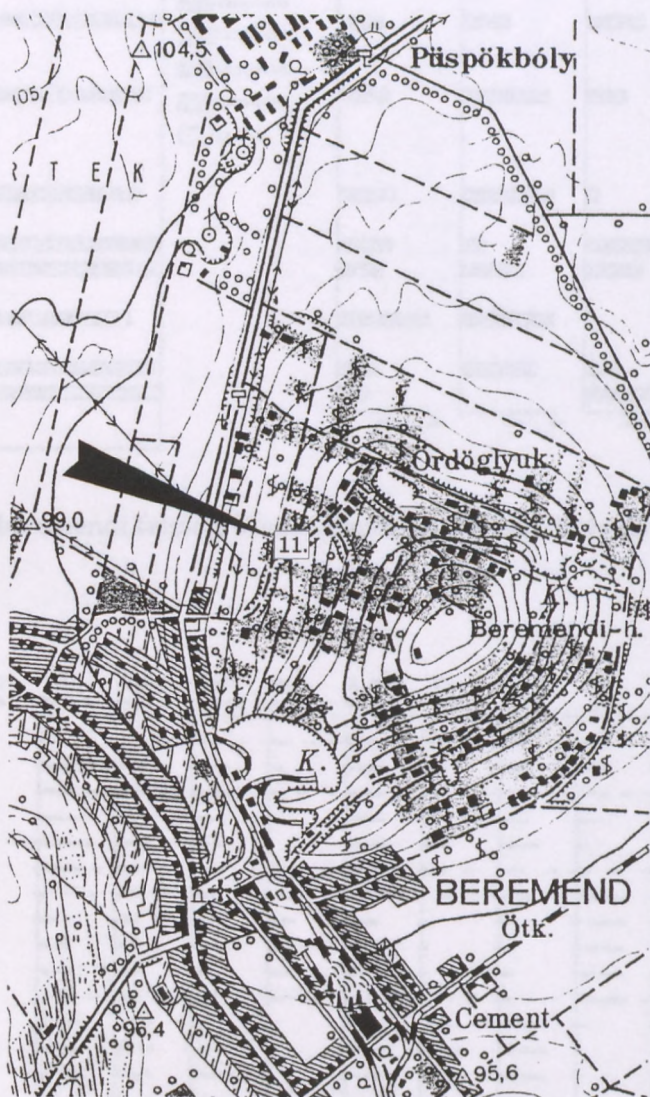


45. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása.



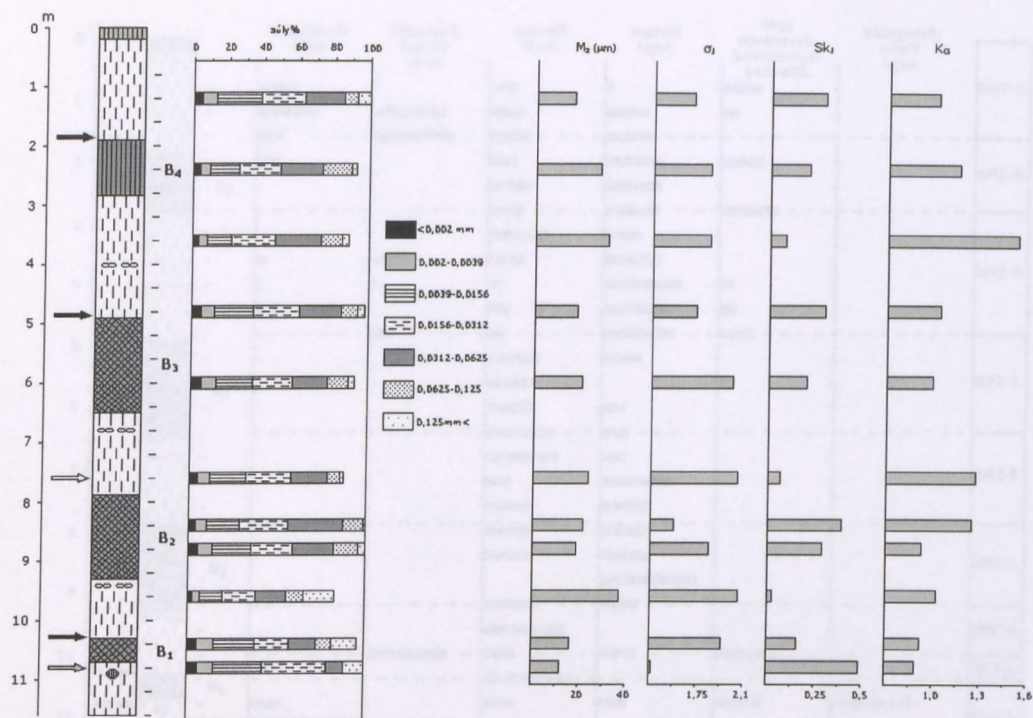
46. ábra. A Villánykövesdi Téglagyári feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe.



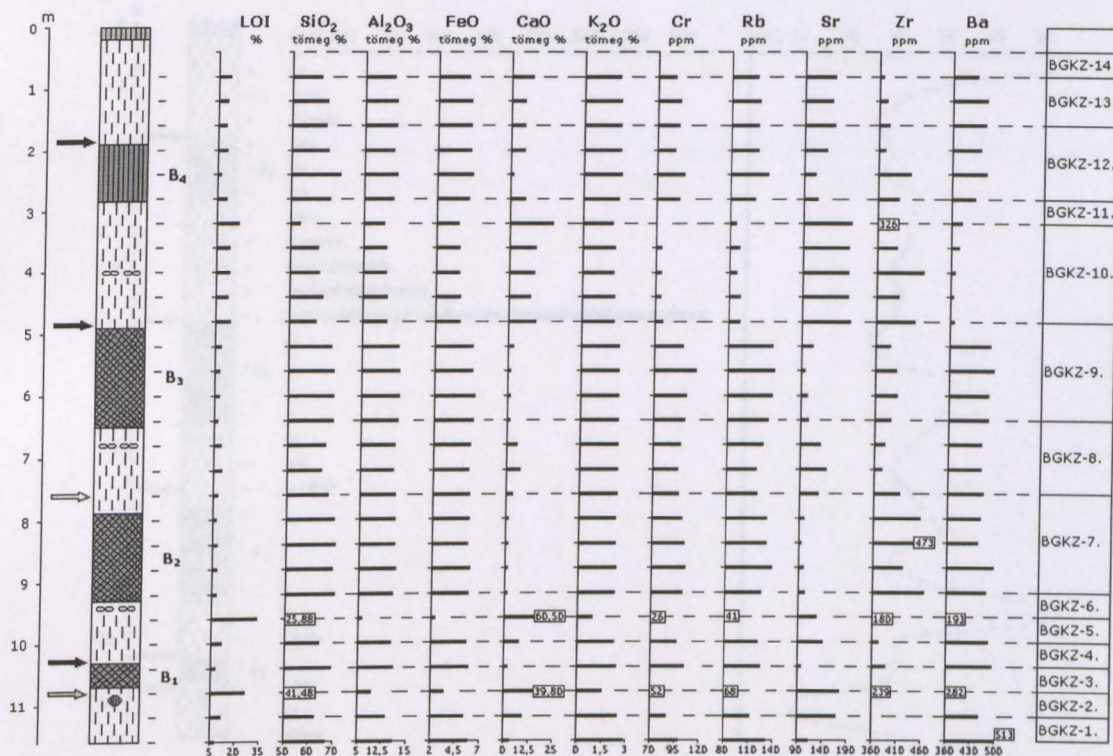


47. ábra. A beremendi szelvény (11.) elhelyezkedése.



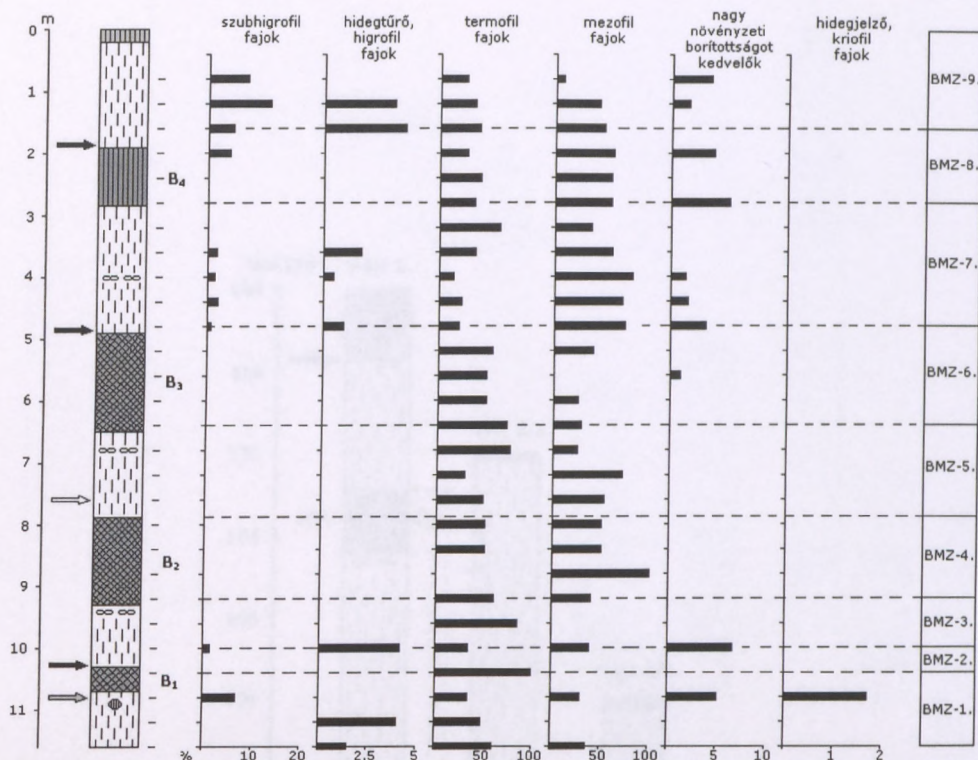


48. ábra. A beremendi feltárás szemcseösszetéti vizsgálatának eredményei.

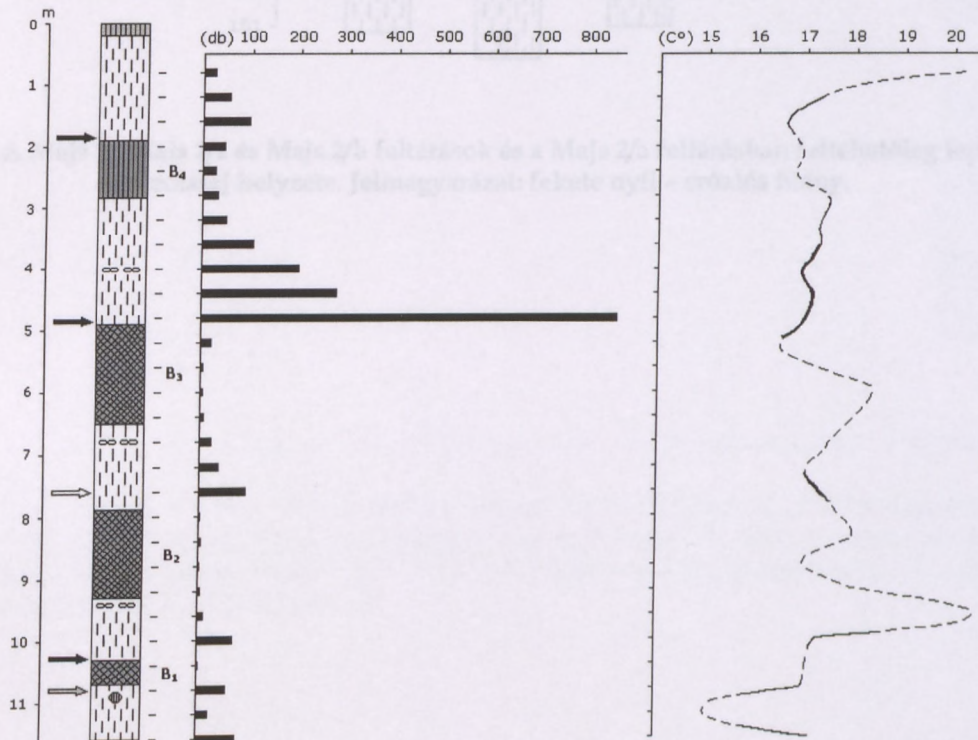


49. ábra. A beremendi feltárás fő- és nyomelemzésének eredményei.



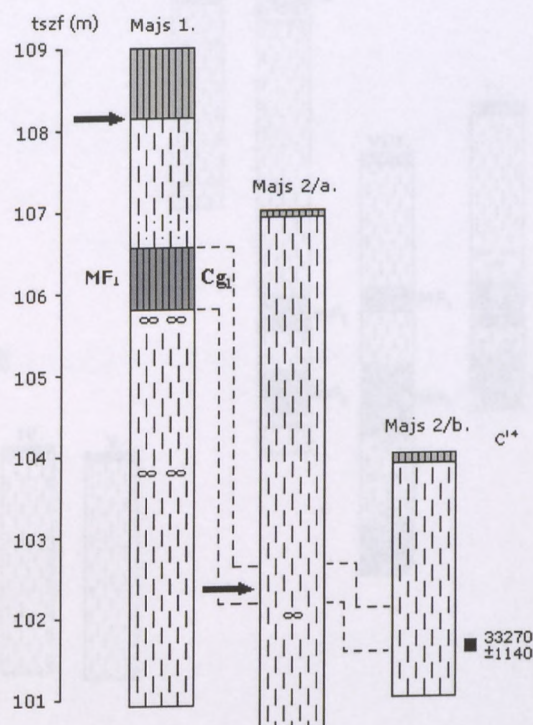


50. ábra. A beremendi feltárás Mollusca-faunájának ökológiai csoportok szerinti megoszlása. Jelmagyarázat: szürke nyíl – a *Neostyriaca corynoides* faj megjelenési helye, fehér nyíl – a *Catinella arenaria* faj megjelenési helye.



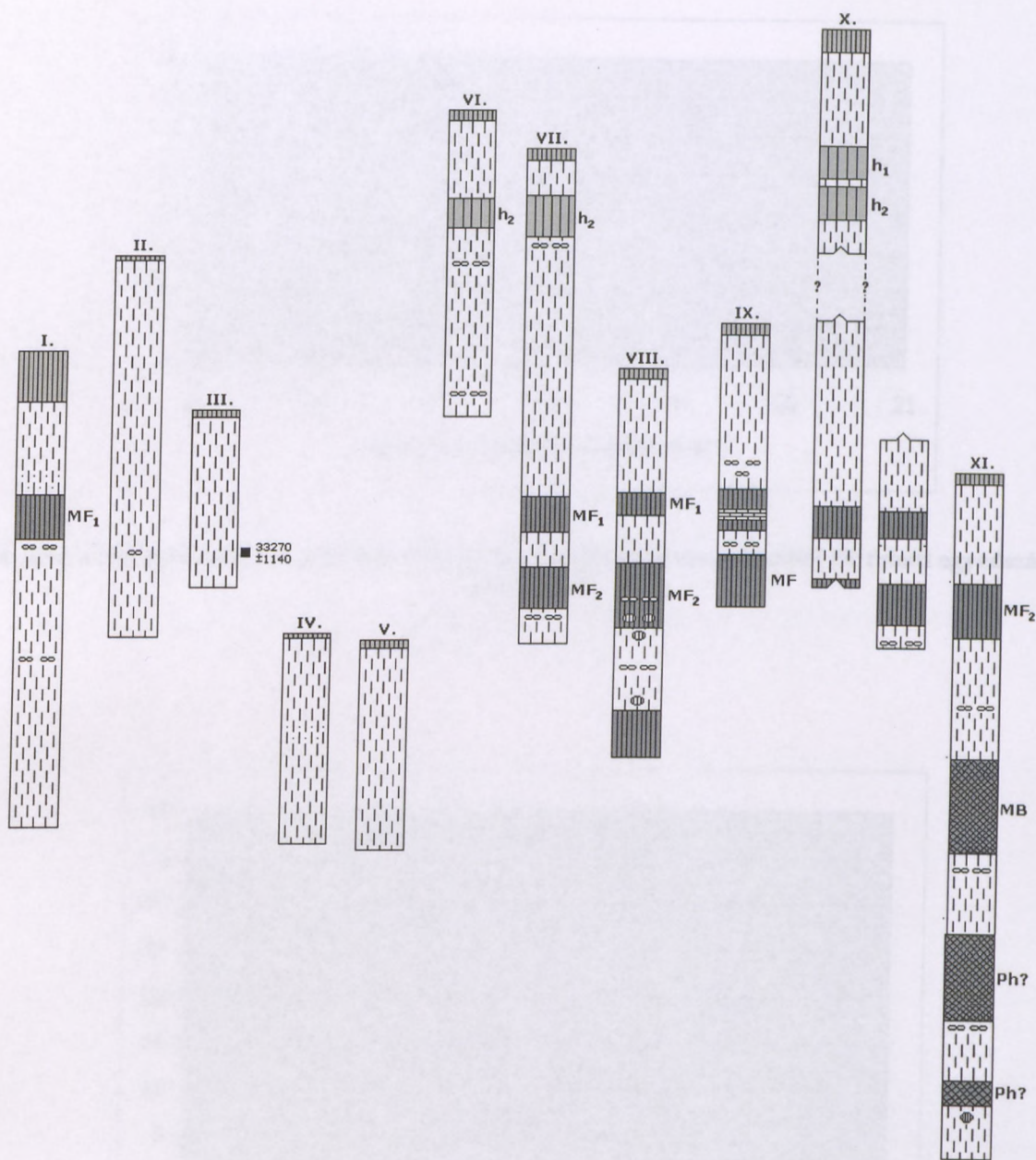
51. ábra. A beremendi feltárás Mollusca-faunájának egyedszám megoszlása és a fauna alapján számított őshőmérsékleti görbe. Jelmagyarázat: szürke nyíl – a *Neostyriaca corynoides* faj megjelenési helye, fehér nyíl – a *Catinella arenaria* faj megjelenési helye.





52. ábra. A Majs 1., Majs 2/a és Majs 2/b feltárások és a Majs 2/a feltárásban feltehetőleg lepusztult paleotalaj helyzete. Jelmagyarázat: fekete nyíl – eróziós hiány.

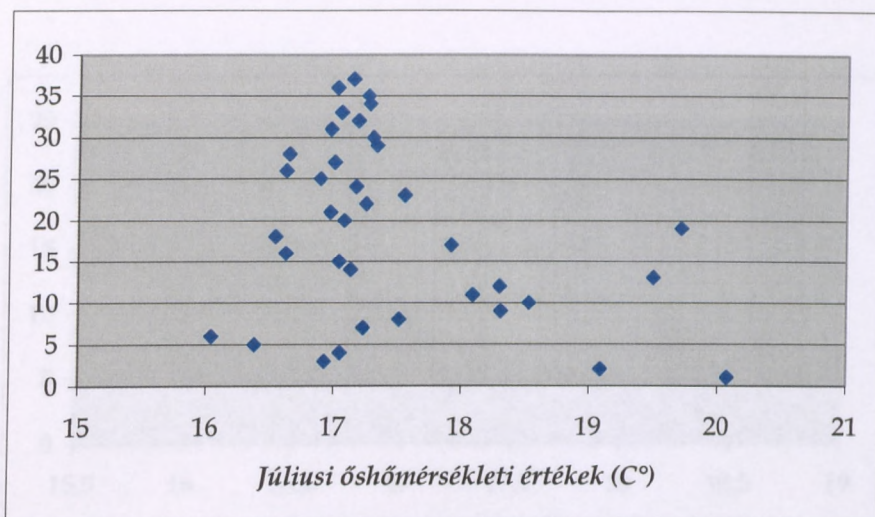




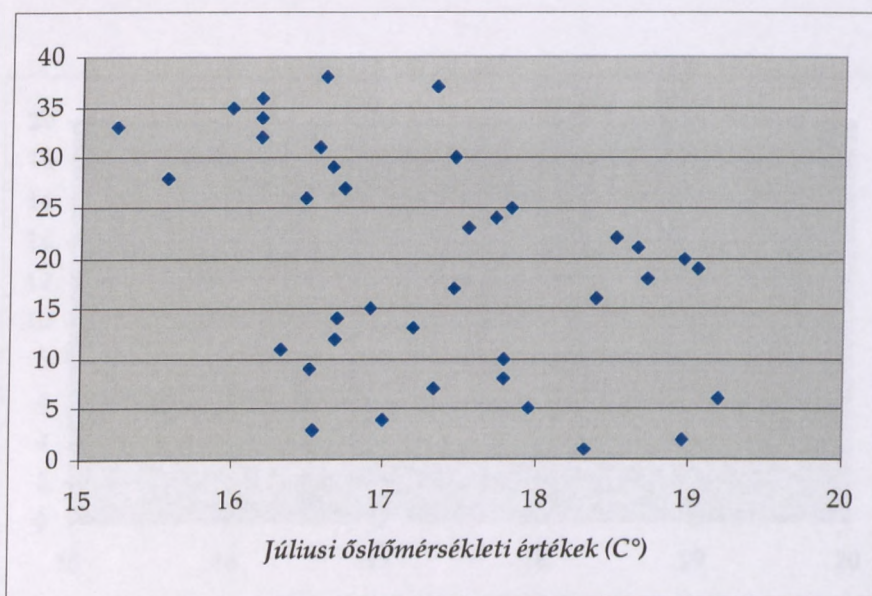
53. ábra. A szelvények rétegsorai hozzávetőleges lito- és biosztratigráfiai „helyzetüknek” megfelelően.

Jelmagyarázat: I. Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás, II. Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye, III. Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye, IV. Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás, V. Töttös, VI. Nagynyárád, VII. Monyoródi Téglagyár, VIII. Bácsfapuszta, IX. Liptód, X. Villánykövesdi Téglagyár, XI. Beremend.



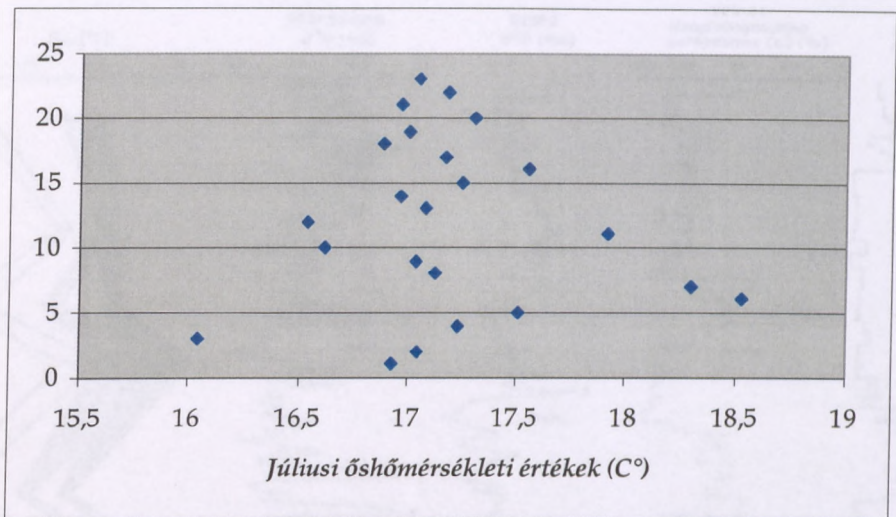


54. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok középső-pleisztocénbe sorolt löszből (50 feletti egyedszámú mintákból).

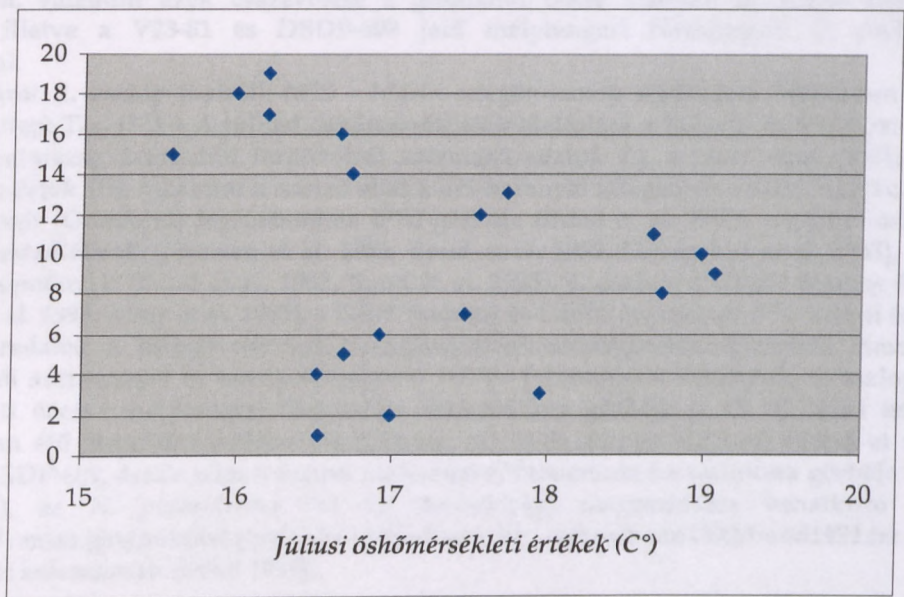


55. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok felső-pleisztocénbe sorolt löszből (50 feletti egyedszámú mintákból).



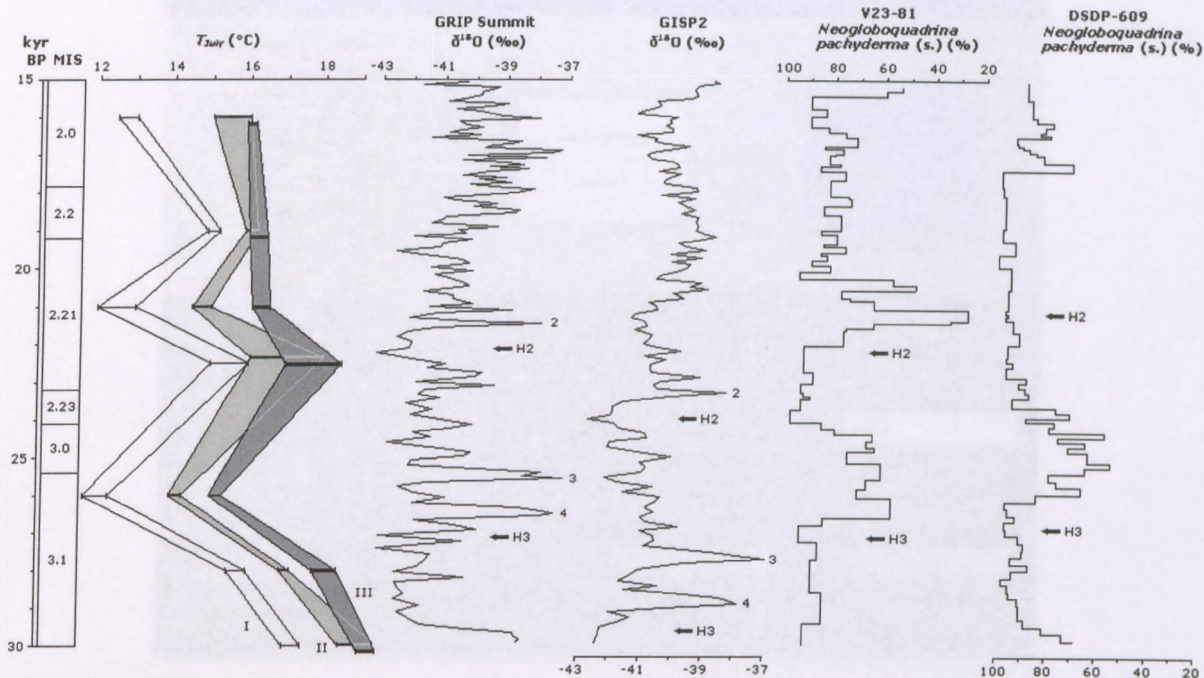


56. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok középső-pleisztocénbe sorolt löszből (100 feletti egyedszámú mintákból).



57. ábra. Őshőmérsékleti ( $T_{July}^{\circ}$ ) adatok felső-pleisztocénbe sorolt löszből (100 feletti egyedszámú mintákból).

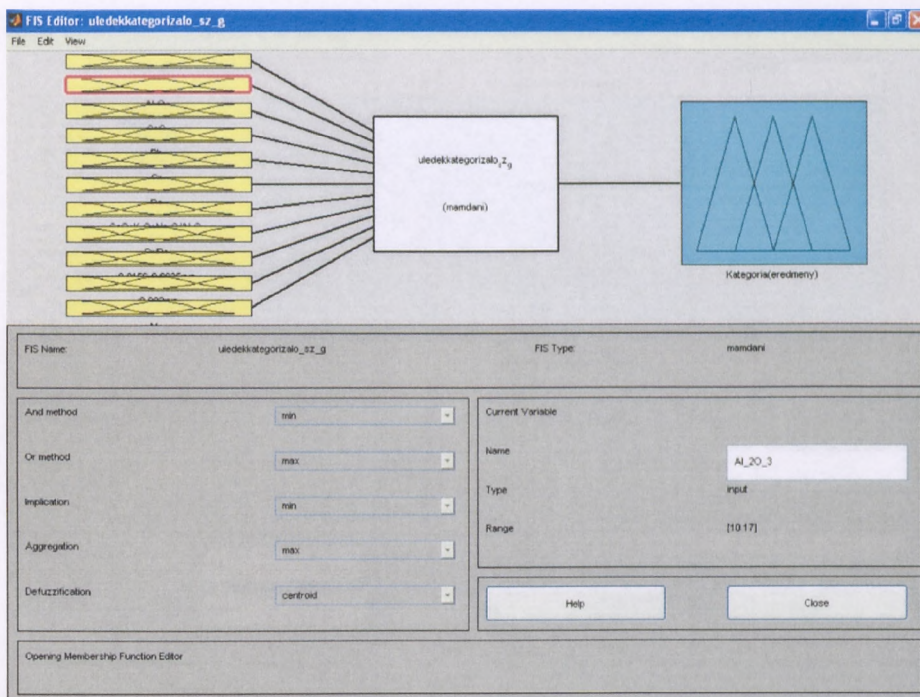




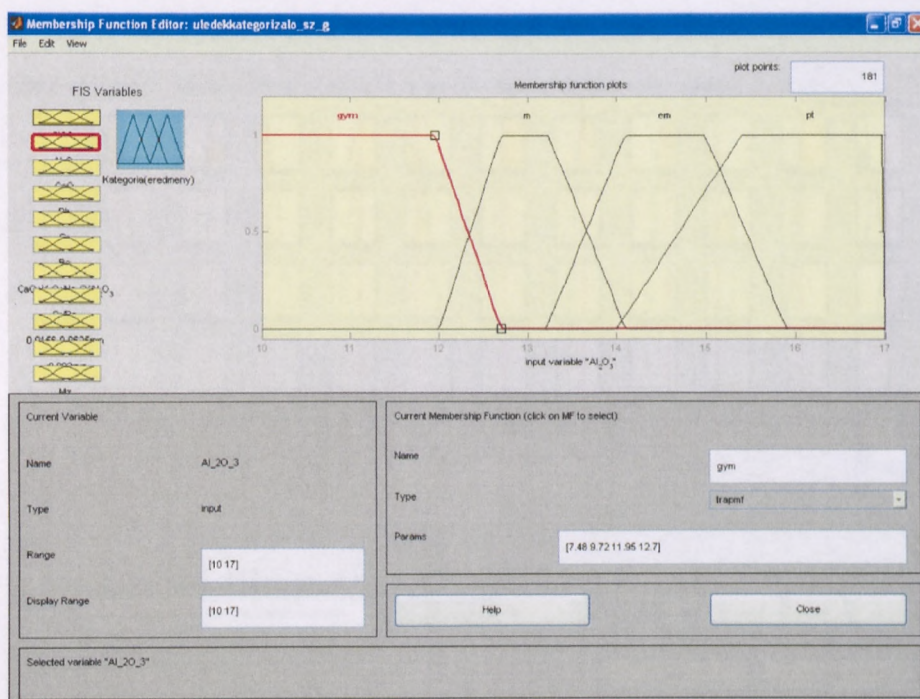
58. ábra. A malako-hőmérő módszerrel számított őshőmérsékletek alakulása 15-30.000 BP évek között Magyarország északabbi területein, a Délkelet-Dunántúli északabbi részén és Dél-Baranyában, valamint ezek összevetése a grönlandi GRIP Summit és GISP2 jégmagok  $\delta^{18}\text{O}$  adataival illetve a V23-81 és DSDP-609 jelű mélytengeri fúrásmagok *N. pachyderma* (s.) eloszlásával.

Jelmagyarázat. 1. oszlop (balról): MIS - Marin oxigén-izotóp stádiumok Martinson et al. (1987) után. 2. oszlop:  $T_{\text{July}}$  (°C) - A júliusi őshőmérsékletek alakulása a SÜMEGI és KROLOPP (1995, 2002) által Magyarország északabbi területeiről származó adatok (I), a HUM által (2001) a délkelet-dunántúli adatok (II), valamint a szerző által a dél-baranyai rétegsorok adatai alapján. 3. oszlop: a GRIP Summit (Grönland) jégfúrás minta  $\delta^{18}\text{O}$ -görbéje (Bond et al. 1993), a görbe melletti jelek - 2,3,4 - interstadiálisok (Johnsen et al. 1992, Bond et al. 1993, Dansgaard et al. 1993), H2 és H3 - Heinrich események (Bond et al. 1992, Bond et al. 1993); 4. oszlop: a GISP2 jégmag  $\delta^{18}\text{O}$ -görbéje (Grootes et al. 1993, Alley et al. 1995), a GRIP Summit és GISP2 jégminták  $\delta^{18}\text{O}$  adatai és a melléjük rendelt koradatok a <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/icecore/greenland/summit> címen található adatbázisból származnak és hozzávetőlegesen 100 év felbontással készültek, 5. oszlop: a V23-81, észak-atlanti óceáni mélytengeri fúrás minta foraminifera görbéje (a 10 °C alatti hőmérsékletű tengervízben élő *Neogloboquadrina pachyderma* (s.) %-os aránya alapján) (Bond et al. 1993), 6. oszlop: a DSDP-609, észak-atlanti óceáni mélytengeri fúrás minta foraminifera görbéje (Bond et al. 1992, 1993), az *N. pachyderma* (s.) faj mennyiségi megoszlására vonatkozó adatok az [ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions\\_by\\_author/bond1992/bond1992.txt](ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions_by_author/bond1992/bond1992.txt) címen lévő adatbázisból származnak (Bond 1996).



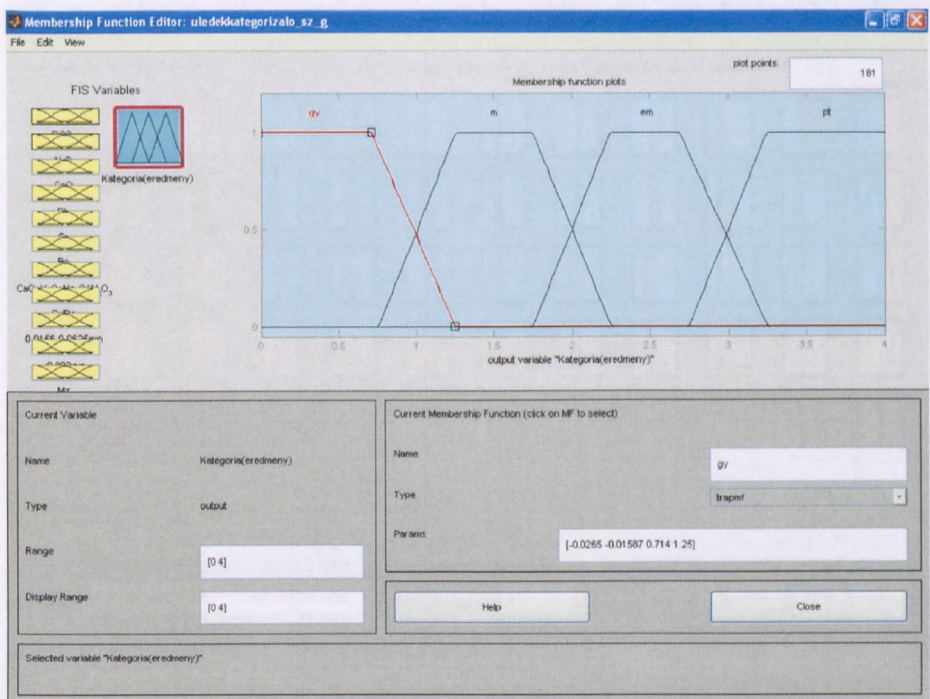


59. ábra. Mamdani-típusú fuzzy következtetési rendszer a MATLAB® Fuzzy Logic Toolbox-ban. Bal oldalon az inputok (geokémiai és üledékföldtani paraméterek, sárgával), középpőtt a szabályrendszer, jobb oldalt az output (üledékkategóriák, kékkel) látható.



60. ábra. A rendszer egy input eleme ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) és a trapéz alakú tagsági függvények. Az abszcisszán (x-tengely) a mállás és pedogenezis előrehaladására utaló súly%-ban értendő értékek szerepelnek, az ordinátán a tagság vagy hozzátartozás foka van feltüntetve 0 és 1 között.



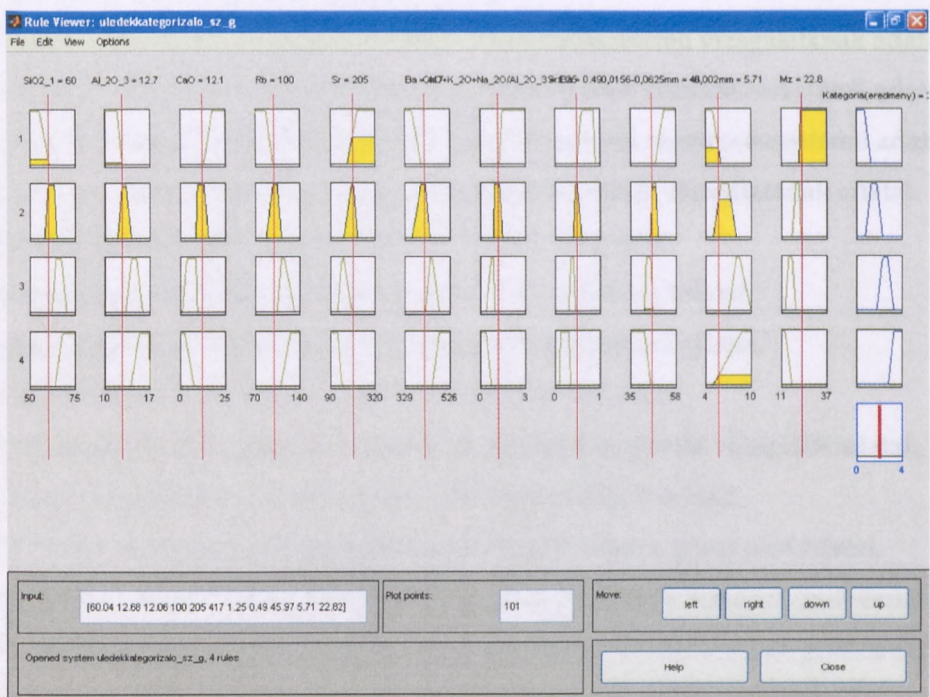


61. ábra. A rendszer outputja, tehát a négy üledékkategória és a tagsági függvények. Az abszcisszán (x-tengely) az értékek 0 és 4 között vannak feltüntetve. Az egyes kategóriák ezen belül tartományokat ölelnek fel. Bővebb magyarázat a szövegben.

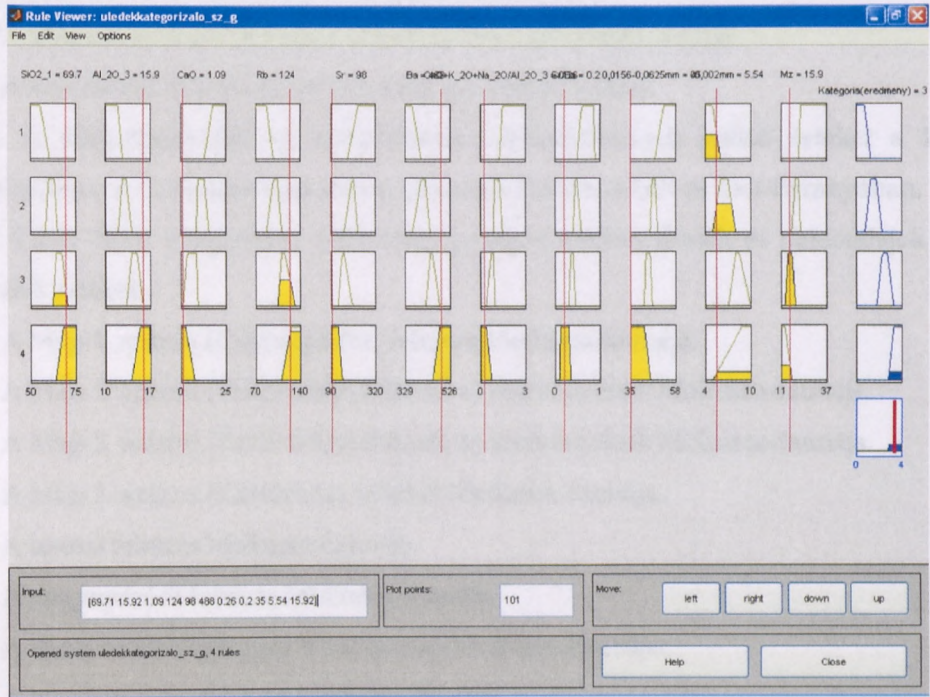


62. ábra. A négy szabálysor szerint rendeződő függvény ábrák egy gyengén mállott löszmintánál (Majs 1. 4,00-4,40 m). Az utolsó sor a négy fuzzy halmazt, az ezekből alkotott aggregált fuzzy halmazt és a centroid kalkulációval számolt végső, ún. éles értéket mutatja.





63. ábra. A szabálysorok szerinti függvények egy mállott löszminta esetén (Majs 1. 6,40-6,80 m).



64. ábra. A szabálysorok szerinti függvények és a végeredmény egy paleotalaj mintánál (Beremend 10,00-10,40 m).



## TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
2. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének szemcseösszetételi adatai.
3. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének szemcseösszetételi adatai.
4. táblázat. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
5. táblázat. A töttösi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
6. táblázat. A nagygyárádi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
7. táblázat. A bácsfapusztai feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
8. táblázat. A liptódi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
9. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának szemcseösszetételi vizsgálati adatai.
10. táblázat. A beremendi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.
11. táblázat. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
12. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye üledéksorának geokémiai adatai.
13. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye üledéksorának geokémiai adatai.
14. táblázat. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
15. táblázat. A töttösi feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
16. táblázat. A nagygyárádi feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
17. táblázat. A bácsfapusztai feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
18. táblázat. A liptódi feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
19. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár üledéksorának geokémiai adatai.
20. táblázat. A beremendi feltárás üledéksorának geokémiai adatai.
21. táblázat. A főkomponensek és nyomelemek előfordulásának szélső értékei a löszökben és paleotalajokban a Délkelet-Dunántúlon (HUM és FÉNYES 1995) és Dél-Baranyában. A dőlt betűs adatok (HUM 2002) átlagadatok (általában gyengén mállott löszök és paleotalajok átlagadatai), nem szélső értékek.
22. táblázat. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás Mollusca-faunája.
23. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének Mollusca-faunája.
24. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének Mollusca-faunája.
25. táblázat. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás Mollusca-faunája.
26. táblázat. A töttösi feltárás Mollusca-faunája.
27. táblázat. A nagygyárádi feltárás Mollusca-faunája.
28. táblázat. A Monyoródi Téglagyár feltárásának Mollusca-faunája.
29. táblázat. A bácsfapusztai feltárás Mollusca-faunája.
30. táblázat. A liptódi feltárás Mollusca-faunája.
31. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár Mollusca-faunája I.
32. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár Mollusca-faunája II.
33. táblázat. A beremendi feltárás Mollusca-faunája I.



34. táblázat. A beremendi feltárás Mollusca-faunája II.
35. táblázat. A malako-hőmérő módszerrel az egyes zonulákra számított júliusi őshőmérsékleti értékek ( $T_{July}^{\circ}$ ) összehasonlítása.
36. táblázat. A vizsgált löszök és paleotalajok fuzzy halmazok segítségével történő üledékkategóriákba sorolásához felhasznált szedimentológiai és geokémiai paraméterek tartomány értékei, mint input adatok.



	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60	3,60-4,00	4,00-4,40	4,40-4,80	4,80-5,20	5,20-5,60	5,60-6,00	6,00-6,40	6,40-6,80	6,80-7,20	7,20-7,60	7,60-8,00
<0,002 mm	12,70	7,88	6,65	6,52	5,79	7,16	7,17	6,86	5,73	5,60	5,26	6,11	6,02	6,77	6,47	5,71	5,58	8,76	8,43
0,002-0,0039	14,34	6,10	4,89	5,72	4,41	4,83	4,69	4,54	3,60	4,70	3,88	4,37	4,91	5,48	5,24	4,52	4,19	7,29	5,82
0,0039-0,0156	26,32	25,25	25,19	24,45	20,96	27,24	25,01	15,60	22,09	20,00	22,50	24,72	22,72	24,12	26,69	23,62	23,28	27,74	22,73
0,0156-0,0312	14,13	21,45	22,85	20,86	19,90	27,41	26,06	23,80	26,56	20,42	23,35	22,98	21,24	21,59	22,81	20,18	23,68	20,55	20,68
0,0312-0,0625	21,66	25,73	27,43	27,78	26,60	27,63	27,93	38,89	32,60	33,57	32,31	28,74	30,19	28,80	26,76	25,79	29,57	23,70	25,12
0,0625-0,125	6,11	8,35	8,49	9,51	10,19	5,50	6,75	9,82	8,56	13,04	10,81	9,99	11,16	10,09	8,48	11,03	9,21	7,46	9,16
0,125mm<	4,75	5,25	4,50	5,17	12,13	0,22	2,40	0,48	0,87	2,67	1,89	3,09	3,76	3,16	3,55	9,15	4,50	4,50	8,06
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

M <sub>z</sub> (mikron)	11,08	17,61	19,19	19,27	24,87	16,85	18,09	21,64	21,03	22,35	21,71	20,15	20,79	19,05	18,37	22,82	21,18	15,48	19,00
Szórás (σ)	2,24	1,94	1,79	1,85	2,02	1,62	1,70	1,63	1,53	1,69	1,59	1,70	1,75	1,79	1,75	1,91	1,67	1,97	2,09
Ferdesség (Sk <sub>i</sub> )	0,14	0,26	0,26	0,26	0,13	0,34	0,32	0,45	0,32	0,35	0,30	0,27	0,30	0,30	0,26	0,16	0,25	0,25	0,23
Csúcsosság (K <sub>G</sub> )	0,91	1,23	1,28	1,18	1,35	1,33	1,37	1,49	1,37	1,20	1,24	1,25	1,20	1,18	1,21	1,24	1,30	1,14	1,31

1. táblázat. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.

	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60	3,60-4,00	4,00-4,40	4,40-4,80	4,80-5,20	5,20-5,60	5,60-6,00	6,00-6,40
<0,002 mm	6,22	6,88	7,33	7,86	6,89	6,80	8,39	7,46	7,10	7,16	6,59	5,76	7,01	5,87	7,98	5,85
0,002-0,0039	3,88	4,66	5,76	6,49	6,17	4,79	7,32	5,60	5,48	6,52	5,51	4,96	5,71	4,29	7,29	4,25
0,0039-0,0156	19,39	23,66	31,66	24,06	25,32	27,95	23,94	26,72	23,73	25,69	27,66	24,04	29,80	18,71	25,73	21,07
0,0156-0,0312	22,60	21,76	23,71	22,17	22,76	25,65	20,73	23,24	20,28	20,39	20,98	21,14	22,51	20,64	19,70	22,33
0,0312-0,0625	30,48	24,49	23,08	29,02	28,86	25,80	29,45	26,26	25,44	27,81	25,86	28,68	23,46	35,82	27,44	32,82
0,0625-0,125	12,08	9,11	5,82	8,85	8,28	6,43	9,09	7,75	9,83	9,62	9,43	11,44	7,58	12,90	9,59	11,60
0,125mm<	5,35	9,44	2,64	1,55	1,71	2,58	1,08	2,98	8,15	2,81	3,97	3,98	3,93	1,78	2,27	2,09
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

M <sub>z</sub> (mikron)	23,50	21,36	15,59	17,00	17,41	17,47	16,29	17,24	20,26	17,57	18,32	20,69	16,86	22,77	16,52	21,73
Szórás (σ)	1,75	1,99	1,75	1,83	1,75	1,68	1,87	1,80	1,99	1,84	1,81	1,75	1,81	1,66	1,89	1,66
Ferdesség (Sk <sub>i</sub> )	0,27	0,17	0,24	0,36	0,33	0,27	0,37	0,29	0,21	0,30	0,23	0,27	0,21	0,39	0,32	0,33
Csúcsosság (K <sub>G</sub> )	1,39	1,36	1,23	1,15	1,14	1,31	1,06	1,24	1,26	1,09	1,16	1,16	1,22	1,28	1,06	1,27

2. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének szemcseösszetételi adatai.



	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80
<0,002 mm	6,47	6,88	9,93	8,58	10,71	9,77	6,87
0,002-0,0039	4,26	4,19	10,31	6,53	7,47	9,57	5,19
0,0039-0,0156	21,46	22,53	31,25	24,91	27,19	30,48	21,87
0,0156-0,0312	24,35	25,69	17,62	21,71	19,25	18,82	20,39
0,0312-0,0625	31,14	31,47	22,69	28,49	24,26	23,25	31,64
0,0625-0,125	9,19	8,20	7,20	8,40	8,26	7,23	11,91
0,125mm<	3,14	1,04	1,00	1,39	2,86	0,86	2,12
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Mz(mikron)	20,67	36,03	23,00	30,05	26,40	23,81	37,06
Szórás ( $\sigma$ )	1,69	1,65	1,97	1,87	2,08	1,95	1,79
Ferdeség ( $Sk$ )	0,32	0,35	0,23	0,36	0,31	0,26	0,36
Csúcsosság ( $Kc$ )	1,37	1,38	0,97	1,15	1,11	1,00	1,18

3. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvényének szemcseösszetételi adatai.

	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60
<0,002 mm	5,60	4,34	7,35	4,70	5,04	6,10	6,79	7,33	6,60
0,002-0,0039	4,14	2,54	7,20	4,25	4,00	5,36	6,04	4,94	4,61
0,0039-0,0156	20,21	13,17	25,55	19,53	21,39	22,08	26,66	27,59	22,34
0,0156-0,0312	21,51	25,07	21,01	18,45	20,22	18,72	20,80	24,10	20,24
0,0312-0,0625	31,35	41,26	26,08	31,51	31,23	29,83	28,51	24,34	28,79
0,0625-0,125	12,91	12,40	9,38	15,22	13,42	12,97	10,34	7,47	11,05
0,125mm<	4,28	1,22	3,44	6,34	4,70	4,94	0,85	4,22	6,38
Összesen	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Mz(mikron)	23,29	28,07	17,01	25,38	23,69	21,46	17,70	17,74	21,58
Szórás ( $\sigma$ )	1,70	1,33	1,87	1,73	1,69	1,83	1,76	1,81	1,88
Ferdeség ( $Sk$ )	0,29	0,31	0,28	0,28	0,28	0,30	0,31	0,23	0,26
Csúcsosság ( $Kc$ )	1,27	1,53	1,09	1,18	1,19	1,13	1,09	1,35	1,28

4. táblázat. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.

	0,40-0,80	2,00-2,40
<0,002 mm	7,54	7,66
0,002-0,0039	9,61	10,33
0,0039-0,0156	28,39	28,51
0,0156-0,0312	26,73	25,88
0,0312-0,0625	19,06	21,74
0,0625-0,125	2,47	5,67
0,125mm<	6,20	0,20
Összesen	100,00	99,99

Mz(mikron)	12,84	13,82
Szórás ( $\sigma$ )	1,65	1,75
Ferdeség ( $Sk$ )	0,32	0,31
Csúcsosság ( $Kc$ )	0,87	0,86

5. táblázat. A töttösi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.



	0,40-0,80	0,80-1,20	1,60-2,00	2,00-2,40
<0,002 mm	5,90	8,40	7,01	8,10
0,002-0,0039	9,42	10,57	9,88	9,76
0,0039-0,0156	28,36	30,06	28,31	30,23
0,0156-0,0312	25,17	26,74	24,47	27,67
0,0312-0,0625	21,55	20,05	20,32	20,09
0,0625-0,125	6,99	3,19	4,83	2,55
0,125mm<	2,40	1,00	5,20	1,60
Összesen	99,79	100,00	100,00	100,00

Mz(mikron)	15,06	12,43	13,32	12,66
Szórás ( $\sigma$ )	1,69	1,69	1,69	1,65
Ferdeség ( $Sk$ )	0,28	0,30	0,30	0,32
Csúcsosság ( $K_G$ )	0,87	0,86	0,85	0,88

6. táblázat. A nagynyárádi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.

	0,00-0,20	0,20-0,60	1,40-1,80	1,80-2,20	2,60-3,00
<0,002 mm	5,19	6,01	4,26	5,07	4,64
0,002-0,0039	6,90	7,68	5,37	7,36	5,62
0,0039-0,0156	25,63	27,63	20,12	23,29	19,88
0,0156-0,0312	31,90	31,99	31,12	27,97	30,33
0,0312-0,0625	24,48	22,03	29,56	23,12	25,89
0,0625-0,125	3,66	1,46	7,47	4,58	7,74
0,125mm<	2,20	3,20	2,00	8,40	0,40
Összesen	99,97	100,00	99,89	99,80	94,49

Mz(mikron)	15,92	14,28	20,29	11,52	20,71
Szórás ( $\sigma$ )	1,50	1,51	1,48	1,59	1,69
Ferdeség ( $Sk$ )	0,40	0,39	0,35	-0,32	0,28
Csúcsosság ( $K_G$ )	1,03	0,95	1,28	1,46	1,41

7. táblázat. A bácsfapusztai feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.

	0,40-0,80	1,60-2,00	3,20-3,60
<0,002 mm	3,93	4,43	7,05
0,002-0,0039	5,20	6,83	10,66
0,0039-0,0156	22,54	23,15	26,86
0,0156-0,0312	30,00	31,07	21,62
0,0312-0,0625	25,26	26,33	19,45
0,0625-0,125	8,44	3,19	7,89
0,125mm<	3,00	5,00	6,00
Összesen	98,37	100,00	99,52

Mz(mikron)	20,05	16,63	14,31
Szórás ( $\sigma$ )	1,53	1,49	1,81
Ferdeség ( $Sk$ )	0,31	0,44	0,25
Csúcsosság ( $K_G$ )	1,25	1,02	0,84

8. táblázat. A lipródi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.



	0,40-0,80 (V1)	1,20-1,60 (V3)	2,00-2,40 (V5)	2,60-3,00 (V22)	3,00-3,40 (V23)	3,40-3,80 (V24)	4,60-5,00 (V27)
<0,002 mm	5,03	5,34	4,74	8,75	5,53	5,01	3,99
0,002-0,0039	7,68	7,26	6,88	8,54	8,19	7,25	5,27
0,0039-0,0156	26,10	24,89	23,90	25,49	25,73	23,73	15,68
0,0156-0,0312	26,22	27,41	26,44	28,34	27,65	28,49	22,91
0,0312-0,0625	21,11	23,55	22,32	22,97	24,81	24,83	25,77
0,0625-0,125	4,64	6,43	5,30	5,29	6,83	7,52	15,15
0,125mm<	9,20	4,80	10,40	0,40	1,00	2,40	0,20
Összesen	99,98	99,68	99,97	99,77	99,74	99,22	88,97

M <sub>Z</sub> (mikron)	15,63	16,63	16,44	14,18	16,40	17,54	29,70
Szórás (σ <sub>i</sub> )	1,58	1,64	1,57	1,74	1,63	1,61	1,89
Ferdeség (Sk <sub>i</sub> )	0,33	0,33	0,34	0,38	0,34	0,34	0,15
Csúcsosság (K <sub>G</sub> )	0,92	1,00	0,94	0,94	0,94	1,08	1,31

9. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár feltárásának szemcseösszetételi vizsgálati adatai.

	0,80-1,20	2,00-2,40	3,20-3,60	4,40-4,80	5,60-6,00	7,20-7,60	8,00-8,40	8,40-8,80	9,20-9,60	10,00-10,40	10,40-10,80
<0,002 mm	4,84	3,93	3,50	5,57	5,67	4,81	4,25	5,14	2,58	5,54	5,98
0,002-0,0039	7,91	5,47	4,24	7,12	8,18	6,65	5,95	8,41	3,96	9,14	8,63
0,0039-0,0156	25,01	16,51	14,07	22,00	20,74	20,83	18,36	21,83	13,12	23,16	27,73
0,0156-0,0312	25,10	23,39	24,66	25,97	22,45	25,36	27,76	23,34	18,66	19,31	36,04
0,0312-0,0625	22,28	24,16	26,37	23,98	20,10	20,16	31,18	23,09	16,84	15,50	10,42
0,0625-0,125	7,50	16,35	11,61	9,31	12,47	7,68	11,48	13,91	10,33	8,58	0,00
0,125mm<	6,80	2,60	4,40	4,20	3,00	2,00	1,00	2,20	17,20	15,00	11,20
Összesen	99,45	92,41	88,83	98,14	92,61	87,51	99,98	97,92	82,69	96,23	100,00

M <sub>Z</sub> (mikron)	16,06	27,33	30,96	18,07	20,38	23,63	21,59	18,71	36,82	15,92	12,12
Szórás (σ <sub>i</sub> )	1,70	1,83	1,83	1,73	2,01	2,05	1,58	1,83	2,06	1,93	1,42
Ferdeség (Sk <sub>i</sub> )	0,29	0,21	0,08	0,30	0,20	0,06	0,39	0,29	0,03	0,15	0,49
Csúcsosság (K <sub>G</sub> )	1,02	1,15	1,53	1,04	0,99	1,27	1,25	0,93	1,02	0,92	0,88

10. táblázat. A beremendi feltárás szemcseösszetételi vizsgálatának adatai.



Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás

Mélység (m)	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60	3,60-4,00	4,00-4,40	4,40-4,80	4,80-5,20	5,20-5,60	5,60-6,00	6,00-6,40	6,40-6,80	6,80-7,20	7,20-7,60	7,60-8,00
Mintakód	UG011	UG012	UG013	UG014	UG015	UG016	UG017	UG018	UG019	UG020	UG021	UG022	UG023	UG024	UG025	UG026	UG027	UG028	UG029
LOI (%)	7.66	11.97	14.27	13.29	12.14	10.72	9.68	10.06	18.09	15.63	16.15	14.50	14.42	18.43	14.15	13.64	12.66	11.28	15.25
Normalizáltatlan értékek (súly %):																			
SiO <sub>2</sub>	69.34	61.08	58.52	59.16	60.75	63.57	65.48	65.92	53.58	57.04	56.87	58.63	59.08	54.05	58.88	60.04	60.31	62.08	57.81
TiO <sub>2</sub>	0.988	0.895	0.850	0.872	0.896	0.926	0.942	0.968	0.797	0.820	0.801	0.825	0.841	0.772	0.861	0.868	0.882	0.917	0.872
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.18	13.08	12.41	12.56	13.24	13.98	13.92	13.78	11.40	11.93	11.50	11.79	12.24	11.26	12.38	12.68	13.04	13.90	13.24
FeO	5.07	4.60	4.29	4.30	4.52	4.73	4.65	4.72	4.05	4.21	3.97	4.14	4.38	4.05	4.56	4.54	4.64	4.86	4.67
MgO	1.89	2.47	3.36	3.98	3.85	3.03	2.65	2.19	3.46	4.06	4.84	4.56	4.96	7.31	4.98	4.38	3.91	3.42	2.77
CaO	2.74	11.29	14.79	12.35	10.40	8.10	6.96	7.25	20.09	15.61	15.54	13.10	12.37	16.22	12.01	12.06	10.75	9.17	15.48
Na <sub>2</sub> O	1.46	1.38	1.39	1.44	1.56	1.43	1.31	1.14	1.09	1.25	1.23	1.28	1.29	1.26	1.36	1.43	1.51	1.45	1.16
K <sub>2</sub> O	2.55	2.18	2.09	2.17	2.24	2.29	2.25	2.11	1.94	2.14	2.12	2.21	2.31	2.13	2.35	2.32	2.34	2.32	1.98
MnO	0.126	0.089	0.089	0.088	0.092	0.095	0.103	0.106	0.072	0.085	0.086	0.085	0.082	0.085	0.092	0.091	0.095	0.087	0.082
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.453	0.247	0.198	0.170	0.178	0.188	0.185	0.179	0.146	0.139	0.140	0.150	0.165	0.164	0.170	0.162	0.175	0.154	0.147
Total	98.80	97.31	97.99	97.09	97.73	98.34	98.45	98.37	96.63	97.29	97.10	96.77	97.72	97.31	97.65	98.57	97.65	98.36	98.21
Nyomelemek (ppm):																			
Sc	16	15	11	13	13	15	18	22	0	7	4	14	8	0	6	12	14	14	7
V	96	107	79	96	81	94	89	92	84	80	86	79	90	83	82	88	95	103	88
Cr	89	76	77	72	75	87	83	91	68	73	71	78	77	69	79	73	76	84	76
Ni	44	37	34	32	34	40	43	44	27	34	31	31	32	33	38	33	35	37	36
Cu	31	19	18	23	21	25	27	24	14	20	18	16	19	18	19	19	35	24	22
Zn	92	70	71	71	75	80	76	75	64	63	61	65	70	60	69	66	71	74	72
Ga	16	18	16	15	17	15	20	19	14	16	12	12	16	17	14	14	14	17	15
Rb	117	103	93	95	99	109	108	109	83	89	87	92	98	89	100	100	104	107	102
Sr	120	145	174	181	175	149	140	125	216	244	244	227	227	319	202	205	193	201	209
Y	44	40	39	39	40	42	44	43	35	37	36	37	37	35	39	39	40	42	38
Zr	413	373	356	362	369	377	399	417	334	349	350	364	360	335	353	357	362	375	354
Nb	18.6	17.4	15.8	16.2	16.6	17.4	18.4	18.4	14.7	15.7	14.4	16.1	15.4	16.0	16.5	16.1	17.6	17.9	18.3
Ba	464	421	407	416	425	452	460	451	357	380	396	397	399	405	377	417	416	446	421
La	44	44	46	52	52	52	57	63	42	46	36	45	37	51	46	46	48	51	47
Ce	93	100	81	86	97	106	88	97	78	85	84	96	81	74	103	99	90	95	92
Pb	22	17	15	18	18	18	20	22	17	17	13	20	17	19	16	16	19	23	18
Th	14	15	15	14	13	15	15	15	14	16	11	11	15	14	15	17	14	15	13
Geokémiai arányok																			
CaO/MgO	1.45	4.57	4.40	3.10	2.70	2.67	2.63	3.31	5.81	3.84	3.21	2.87	2.49	2.22	2.41	2.75	2.75	2.68	5.59
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.48	1.14	1.47	1.27	1.07	0.85	0.76	0.76	2.03	1.59	1.64	1.41	1.30	1.74	1.27	1.25	1.12	0.93	1.41
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.75	1.58	1.50	1.51	1.44	1.60	1.72	1.85	1.78	1.71	1.72	1.73	1.79	1.69	1.73	1.62	1.55	1.60	1.71
Sr/Ba	0.26	0.34	0.43	0.44	0.41	0.33	0.30	0.28	0.61	0.64	0.62	0.57	0.57	0.79	0.54	0.49	0.46	0.45	0.50

11. táblázat. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás üledéksorának geokémiai adatai.



		Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye																															
		0,00-0,40		0,40-0,80		0,80-1,20		1,20-1,60		1,60-2,00		2,00-2,40		2,40-2,80		2,80-3,20		3,20-3,60		3,60-4,00		4,00-4,40		4,40-4,80		4,80-5,20		5,20-5,60		5,60-6,00		6,00-6,40	
Mélyesség (m)		UG030	UG031	UG032	UG033	UG034	UG035	UG036	UG037	UG038	UG039	UG040	UG041	UG042	UG043	UG044	UG045																
Mintakód		13,88	19,86	16,63	15,41	12,22	8,79	10,25	11,19	11,61	13,18	13,49	13,73	11,55	13,34	12,90	13,68																
LOI (%)																		Normalizálatlan értékek (súly %):															
SiO <sub>2</sub>		61,11	52,34	56,79	58,02	60,67	63,86	63,18	62,35	62,46	60,28	60,88	59,27	62,21	60,56	61,50	60,25																
TiO <sub>2</sub>		0,859	0,743	0,808	0,838	0,914	0,941	0,910	0,892	0,881	0,847	0,855	0,834	0,880	0,849	0,863	0,843																
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		12,05	10,31	11,05	11,74	13,43	14,41	13,74	13,23	13,05	12,37	12,23	12,31	12,86	12,46	12,44	12,18																
FeO		4,26	3,69	3,86	4,19	4,74	5,00	4,54	4,36	4,25	4,12	4,04	4,30	4,20	4,06	4,18	4,19																
MgO		3,13	4,29	4,90	4,79	4,21	2,90	2,50	2,78	3,04	3,93	4,44	4,45	4,32	4,56	4,65	4,81																
CaO		12,21	22,94	16,54	13,54	9,51	5,94	8,29	9,85	10,35	12,20	11,82	12,54	9,31	11,12	10,27	11,38																
Na <sub>2</sub> O		1,25	1,11	1,32	1,36	1,56	1,61	1,46	1,43	1,43	1,40	1,48	1,42	1,50	1,47	1,60	1,60																
K <sub>2</sub> O		2,22	1,84	1,99	2,11	2,36	2,52	2,36	2,29	2,30	2,25	2,28	2,29	2,36	2,36	2,37	2,28																
MnO		0,103	0,077	0,085	0,086	0,097	0,102	0,097	0,091	0,091	0,086	0,085	0,089	0,090	0,088	0,088	0,086																
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,603	0,259	0,201	0,190	0,209	0,205	0,205	0,189	0,185	0,168	0,165	0,165	0,177	0,175	0,171	0,188																
Total		97,79	97,60	97,54	96,86	97,70	97,49	97,28	97,46	98,03	97,65	98,28	97,67	97,91	97,70	98,13	97,81																
		Nyomelemek (ppm):																															
Sc		6	0	4	0	12	18	14	12	6	4	7	9	16	15	13	15																
V		83	68	81	76	96	102	82	90	84	92	77	88	89	78	85	89																
Cr		82	61	72	72	77	82	88	77	75	74	73	74	75	76	74	67																
Ni		36	19	27	30	38	42	38	37	35	33	33	33	34	33	32	30																
Cu		24	16	18	19	25	24	19	21	20	18	17	16	18	20	15	13																
Zn		72	60	61	66	71	79	73	72	71	65	61	64	70	66	68	66																
Ga		13	13	14	14	18	17	17	17	16	17	16	14	18	15	17	18																
Rb		98	79	83	91	102	112	111	105	99	93	90	93	98	95	93	88																
Sr		154	200	204	202	168	156	146	161	168	201	210	221	195	231	241	239																
Y		40	33	37	38	41	43	38	38	40	38	38	37	38	36	38	37																
Zr		362	315	351	359	356	365	368	366	368	363	368	348	366	352	371	361																
Nb		18,1	16,5	15,8	16,7	18,5	19,6	17,8	17,6	17,7	16,9	18,4	16,9	18,2	17,0	16,6	16,4																
Ba		402	340	346	365	436	456	437	417	416	387	401	402	411	423	388	397																
La		42	35	46	52	46	54	50	60	55	40	39	43	43	42	46	48																
Ce		87	73	82	85	81	104	103	95	94	91	89	80	82	91	88	92																
Pb		18	15	16	15	19	19	19	17	16	14	18	17	18	19	16	16																
Th		15	11	11	14	14	14	14	14	13	14	13	12	14	15	14	14																
		Geokémiai arányok																															
CaO/MgO		3,90	5,35	3,38	2,83	2,26	2,05	3,32	3,54	3,40	3,10	2,66	2,82	2,16	2,44	2,21	2,37																
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,30	2,51	1,80	1,45	1,00	0,70	0,88	1,03	1,08	1,28	1,27	1,32	1,02	1,20	1,14	1,25																
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O		1,78	1,66	1,51	1,55	1,51	1,57	1,62	1,60	1,61	1,61	1,54	1,61	1,57	1,61	1,48	1,43																
Sr/Ba		0,38	0,59	0,59	0,55	0,39	0,34	0,33	0,39	0,40	0,52	0,52	0,55	0,47	0,55	0,62	0,60																

12. táblázat. A Majsz 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvénye üledéksorának geokémiai adatai.



Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye							
Mélység (m)	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80
Mintakód	UG046	UG047	UG048	UG049	UG050	UG051	UG052
LOI (%)	12.44	7.51	6.15	9.93	5.10	4.57	11.92
Normalizálatlan értékek (súly %):							
SiO <sub>2</sub>	60.37	66.17	68.96	64.11	70.28	70.07	61.54
TiO <sub>2</sub>	0.892	0.969	0.970	0.897	0.979	0.971	0.850
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.41	14.69	14.78	13.55	14.57	14.51	12.27
FeO	4.70	5.19	4.97	4.56	4.88	4.81	4.07
MgO	3.51	2.55	2.29	2.76	2.23	2.28	4.23
CaO	10.39	4.33	2.41	7.86	1.36	1.24	8.92
Na <sub>2</sub> O	1.44	1.54	1.57	1.44	1.65	1.71	1.80
K <sub>2</sub> O	2.49	2.51	2.52	2.35	2.62	2.72	2.66
MnO	0.094	0.102	0.098	0.085	0.092	0.087	0.105
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.204	0.186	0.173	0.190	0.182	0.195	0.169
Total	97.50	98.24	98.74	97.80	98.84	98.60	96.61
Nyomelemek (ppm):							
Sc	22	19	12	15	16	14	10
V	89	99	108	98	96	94	80
Cr	80	88	90	82	88	85	74
Ni	37	41	45	39	42	45	37
Cu	21	22	24	19	19	24	19
Zn	75	76	78	76	78	77	65
Ga	17	18	17	16	19	19	15
Rb	104	120	122	112	117	111	90
Sr	177	160	142	195	127	127	187
Y	39	42	41	41	41	42	37
Zr	352	383	394	373	409	405	370
Nb	17.2	19.7	19.3	17.9	19.3	18.9	16.8
Ba	426	459	452	438	446	433	393
La	48	57	42	59	52	40	43
Ce	88	102	100	87	93	91	96
Pb	18	21	20	16	20	15	13
Th	14	14	17	15	15	15	16
Geokémiai arányok							
CaO/MgO	2.96	1.70	1.05	2.85	0.61	0.54	2.11
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.07	0.57	0.44	0.86	0.39	0.39	1.09
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.73	1.63	1.61	1.63	1.59	1.59	1.48
Sr/Ba	0.42	0.35	0.31	0.45	0.28	0.29	0.48

13. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás b) szelvénye üledéksorának geokémiai adatai.



	Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás								
Mélység (m)	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60
Mintakód	UG001	UG002	UG003	UG004	UG005	UG006	UG007	UG008	UG009
LOI (%)	17.30	16.32	10.68	9.96	9.38	9.82	9.17	10.01	13.14
	Normalizálatlan értékek (súly %):								
SiO <sub>2</sub>	55.40	56.40	61.46	62.56	64.03	63.82	64.02	63.80	62.07
TiO <sub>2</sub>	0.785	0.811	0.914	0.895	0.900	0.910	0.934	0.925	0.890
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.74	11.13	13.42	13.23	13.38	13.33	13.90	13.98	13.40
FeO	3.94	4.01	4.86	4.71	4.55	4.52	4.89	4.65	4.65
MgO	4.43	4.59	4.12	3.62	3.72	3.60	3.70	3.06	3.72
CaO	17.38	16.37	7.91	7.55	6.52	7.10	5.61	7.06	9.40
Na <sub>2</sub> O	1.26	1.28	1.60	1.62	1.63	1.56	1.61	1.49	1.39
K <sub>2</sub> O	2.04	2.04	2.48	2.41	2.37	2.31	2.38	2.34	2.23
MnO	0.081	0.084	0.098	0.094	0.097	0.098	0.098	0.097	0.093
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.218	0.190	0.197	0.212	0.207	0.203	0.216	0.204	0.193
Total	96.28	96.90	97.06	96.90	97.40	97.45	97.36	97.60	98.04
	Nyomelemek (ppm):								
Sc	5	0	22	7	18	10	11	17	11
V	80	79	92	103	93	88	106	100	96
Cr	67	71	79	74	77	81	82	88	82
Ni	26	28	39	34	37	36	40	38	36
Cu	15	15	21	19	26	20	18	20	23
Zn	58	61	77	73	85	74	76	77	73
Ga	15	14	16	17	16	18	16	19	17
Rb	84	86	103	100	106	105	111	114	107
Sr	234	244	173	178	175	181	171	191	204
Y	35	37	41	40	40	38	40	40	39
Zr	345	348	355	364	368	376	372	372	363
Nb	15.6	15.4	16.9	15.3	17.5	16.4	17.1	16.7	16.8
Ba	355	357	423	420	425	428	420	444	427
La	55	54	42	62	51	39	49	51	30
Ce	88	90	90	83	82	78	92	105	98
Pb	17	18	18	19	16	17	20	16	15
Th	10	11	14	14	15	15	14	14	14
	Geokémiai arányok								
CaO/MgO	3.92	3.57	1.92	2.09	1.75	1.97	1.52	2.31	2.53
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.93	1.77	0.89	0.88	0.79	0.82	0.69	0.78	0.97
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.62	1.59	1.55	1.49	1.45	1.48	1.48	1.57	1.60
Sr/Ba	0.66	0.68	0.41	0.42	0.41	0.42	0.41	0.43	0.48

14. táblázat. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás üledéksorának geokémiai adatai.



	Töttös								
Mélység (m)	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60
Mintakód	UG055	UG056	UG057	UG058	UG059	UG060	UG061	UG062	UG063
LOI (%)	19.54	18.10	16.72	11.79	9.50	6.07	5.91	5.79	9.94
	Normalizálatlan értékek (súly %):								
SiO <sub>2</sub>	53.08	55.26	57.81	62.37	64.49	68.59	69.29	69.89	65.22
TiO <sub>2</sub>	0.747	0.788	0.829	0.932	0.960	1.010	1.007	0.992	0.921
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.68	11.06	11.83	13.85	14.90	15.93	15.61	15.33	14.00
FeO	3.86	4.04	4.17	4.97	5.30	5.59	5.46	5.33	4.83
MgO	4.18	4.53	4.65	3.88	3.37	2.29	2.25	2.48	3.57
CaO	23.46	20.49	16.97	9.43	6.22	2.33	2.03	1.87	6.89
Na <sub>2</sub> O	1.07	1.16	1.31	1.43	1.55	1.54	1.56	1.51	1.40
K <sub>2</sub> O	1.94	1.95	2.07	2.38	2.52	2.58	2.56	2.54	2.40
MnO	0.074	0.079	0.084	0.105	0.106	0.113	0.110	0.104	0.097
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.364	0.266	0.215	0.220	0.225	0.218	0.217	0.205	0.188
Total	99.45	99.62	99.94	99.57	99.64	100.19	100.10	100.25	99.52
	Normalizálatlan nyomelemek (ppm):								
Sc	0	2	4	16	14	18	21	18	14
V	86	84	92	94	107	112	107	103	102
Cr	69	71	76	85	90	99	99	96	84
Ni	25	27	29	39	46	49	47	47	43
Cu	16	13	20	22	23	25	24	25	23
Zn	57	58	61	74	76	81	81	82	74
Ga	15	16	15	18	19	19	20	18	17
Rb	82	81	88	104	116	125	124	122	108
Sr	198	210	225	174	159	139	131	127	155
Y	33	35	36	40	43	43	43	44	40
Zr	308	323	342	356	359	379	391	396	375
Nb	15.6	17.3	16.8	18.2	19.3	20.7	19.5	20.1	17.9
Ba	332	361	371	431	459	473	485	469	429
La	53	41	34	35	60	56	54	55	44
Ce	74	82	83	95	92	94	113	99	95
Pb	15	16	14	21	19	20	21	21	19
Th	14	12	14	16	15	17	15	17	11
	Geokémiai arányok								
CaO/MgO	5.61	4.52	3.65	2.43	1.85	1.02	0.90	0.75	1.93
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.48	2.13	1.72	0.96	0.69	0.40	0.39	0.39	0.76
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.81	1.68	1.58	1.66	1.63	1.68	1.64	1.68	1.71
Sr/Ba	0.60	0.58	0.61	0.40	0.35	0.29	0.27	0.27	0.36

15. táblázat. A töttösi feltárás üledéksorának geokémiai adatai.



		Nagynyárád													
Mélység (m)		0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60	3,60-4,00	4,00-4,40	4,40-4,80	4,80-5,20	
Mintakód		UG065	UG066	UG067	UG068	UG069	UG070	UG071	UG072	UG073	UG074	UG075	UG076	UG077	
LOI (%)		7,00	6,17	11,95	11,89	9,78	17,56	15,97	13,88	13,98	13,98	15,68	12,69	14,88	
Normalizálatlan főkomponensek (súly %):															
SiO <sub>2</sub>		68,00	69,23	62,09	61,62	64,51	57,11	57,98	58,88	59,70	60,04	58,16	65,01	58,81	
TiO <sub>2</sub>		0,997	1,011	0,915	0,913	0,943	0,793	0,828	0,892	0,865	0,848	0,809	0,926	0,837	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		15,29	15,20	14,01	13,85	14,55	11,48	12,11	13,49	12,64	12,42	12,42	10,24	12,27	
FeO		5,48	5,28	5,00	4,96	5,14	4,14	4,40	4,97	4,53	4,44	4,23	3,32	4,42	
MgO		2,26	2,36	3,66	4,16	3,10	2,91	3,88	4,02	3,91	4,09	4,35	4,35	4,73	
CaO		3,63	2,71	9,85	9,88	6,97	20,03	16,69	12,65	13,13	12,83	14,98	11,94	13,74	
Na <sub>2</sub> O		1,59	1,54	1,43	1,51	1,50	0,94	1,10	1,20	1,21	1,22	1,19	1,51	1,21	
K <sub>2</sub> O		2,45	2,38	2,30	2,32	2,44	1,94	2,08	2,31	2,23	2,26	2,22	1,83	2,22	
MnO		0,110	0,099	0,089	0,103	0,100	0,080	0,081	0,095	0,088	0,092	0,088	0,083	0,086	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,173	0,186	0,170	0,168	0,164	0,146	0,159	0,158	0,153	0,152	0,152	0,189	0,170	
Total		99,98	100,00	99,51	99,48	99,42	99,56	99,30	98,66	98,46	98,39	98,60	99,40	98,49	
Normalizálatlan nyomelemek (ppm):															
Sc		17	18	18	10	10	0	3	15	7	0	7	2	9	
V		101	112	98	108	95	69	86	98	79	96	85	76	90	
Cr		92	97	86	81	87	74	77	84	76	79	77	66	80	
Ni		47	49	43	39	43	30	32	37	34	33	34	24	33	
Cu		22	22	21	21	28	16	20	21	20	16	16	8	18	
Zn		81	79	72	73	78	58	61	75	68	65	67	46	66	
Ga		18	18	17	16	18	15	18	18	15	17	15	13	19	
Rb		117	116	106	103	112	91	93	107	98	99	97	73	99	
Sr		144	136	180	192	168	198	201	212	207	231	249	223	216	
Y		43	44	40	40	42	36	36	40	38	36	36	41	36	
Zr		388	409	351	353	369	341	345	343	357	352	326	502	347	
Nb		19,2	19,9	17,6	18,4	18,9	17,1	17,3	16,6	17,1	15,5	16,4	15,9	15,3	
Ba		462	450	427	420	457	365	369	442	404	429	396	326	388	
La		52	56	60	66	37	52	48	63	31	52	40	50	62	
Ce		99	111	82	93	105	88	89	100	96	76	93	102	103	
Pb		21	20	19	17	17	14	20	22	18	18	17	15	17	
Th		15	14	15	15	15	13	14	13	15	15	12	14	15	
Geokémiai arányok															
CaO/MgO		1,61	1,15	2,69	2,38	2,25	6,88	4,30	3,15	3,36	3,14	3,44	2,74	2,90	
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,50	0,44	0,97	0,99	0,75	2,00	1,64	1,20	1,31	1,31	1,48	1,49	1,40	
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O		1,54	1,55	1,61	1,54	1,63	2,06	1,89	1,93	1,84	1,85	1,87	1,21	1,83	
Sr/Ba		0,31	0,30	0,42	0,46	0,37	0,54	0,54	0,48	0,51	0,54	0,63	0,68	0,56	

16. táblázat. A nagynyárádi feltárás üledéksorának geokémiai adatai.



Bácsfapuszta														
Mélység (m)	0,00-0,20	0,20-0,60	0,60-1,00	1,00-1,40	1,40-1,80	1,80-2,20	2,20-2,60	2,60-3,00	3,00-3,40	3,40-3,80	3,80-4,20	4,20-4,60	4,60-5,00	
Mintakód	UG103	UG104	UG105	UG106	UG107	UG108	UG109	UG110	UG111	UG112	UG113	UG114	UG115	
LOI (%)	18.26	17.15	14.42	13.84	14.22	8.62	17.80	14.34	8.85	7.62	6.95	13.35	10.58	
Normalizálatlan főkomponensek (súly %):														
SiO <sub>2</sub>	56.01	57.12	60.24	60.39	60.32	66.86	55.12	60.38	67.71	69.01	69.83	61.29	64.36	
TiO <sub>2</sub>	0.793	0.811	0.861	0.873	0.897	0.989	0.807	0.890	0.998	1.030	1.028	0.905	0.968	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.64	11.80	12.87	13.19	12.96	15.67	12.47	13.58	15.55	16.46	16.02	14.11	14.20	
FeO	3.89	4.08	4.38	4.46	4.47	5.26	4.24	4.75	5.35	5.73	5.68	4.71	4.90	
MgO	3.32	3.61	4.27	3.86	3.03	2.47	3.03	2.87	2.37	2.18	2.34	2.73	2.53	
CaO	20.43	18.39	13.24	12.64	14.15	4.24	20.31	13.69	3.85	1.25	0.99	12.15	8.74	
Na <sub>2</sub> O	1.07	1.12	1.30	1.40	1.33	1.48	1.18	1.26	1.27	1.06	1.11	1.18	1.33	
K <sub>2</sub> O	1.93	2.01	2.21	2.23	2.03	2.47	1.95	2.09	2.47	2.53	2.42	2.22	2.31	
MnO	0.081	0.083	0.090	0.093	0.092	0.127	0.082	0.090	0.124	0.132	0.117	0.074	0.138	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.148	0.145	0.152	0.160	0.144	0.139	0.162	0.157	0.143	0.141	0.141	0.129	0.179	
Total	99.32	99.17	99.61	99.29	99.42	99.70	99.35	99.76	99.83	99.52	99.68	99.50	99.65	
Normalizálatlan nyomelemek (ppm):														
Sc	0	0	16	9	7	18	3	5	16	21	8	7	7	
V	73	90	97	96	86	105	96	98	111	111	116	92	101	
Cr	74	76	78	81	74	94	76	83	95	96	98	90	89	
Ni	28	29	34	36	32	44	28	34	50	52	54	40	46	
Cu	15	15	14	17	19	23	17	21	25	28	22	16	21	
Zn	58	63	65	66	65	81	60	70	80	87	79	70	69	
Ga	16	14	17	17	16	19	15	16	17	20	19	20	19	
Rb	85	87	99	102	100	131	93	105	129	140	123	105	106	
Sr	179	212	206	198	202	152	202	211	152	121	117	190	174	
Y	35	35	38	39	40	45	37	40	45	42	44	39	44	
Zr	324	340	346	346	381	377	319	355	380	387	403	350	392	
Nb	15.3	15.4	16.3	16.2	17.0	19.5	16.0	17.1	18.3	19.5	19.1	16.7	17.3	
Ba	367	371	425	421	408	516	420	448	507	526	509	435	477	
La	55	44	57	42	48	64	41	45	56	60	51	54	59	
Ce	88	92	97	98	97	132	92	103	106	100	110	112	118	
Pb	17	19	21	19	21	23	17	18	23	25	27	15	18	
Th	14	11	13	15	13	17	13	16	16	16	14	16	17	
Geokémiai arányok														
CaO/MgO	6.15	5.09	3.10	3.27	4.67	1.72	6.70	4.77	1.62	0.57	0.42	4.45	3.45	
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.01	1.82	1.30	1.23	1.35	0.52	1.88	1.25	0.49	0.29	0.28	1.10	0.87	
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.80	1.79	1.70	1.59	1.53	1.67	1.65	1.66	1.94	2.39	2.18	1.88	1.74	
Sr/Ba	0.49	0.57	0.48	0.47	0.50	0.29	0.48	0.47	0.30	0.23	0.23	0.44	0.36	

17. táblázat. A bácsfapusztai feltárás üledéksorának geokémiai adatai.



Mélység (m) Mintakód LOI (%)	Liptód													
	0,00-0,40	0,40-0,80	0,80-1,20	1,20-1,60	1,60-2,00	2,00-2,40	2,40-2,80	2,80-3,20	3,20-3,60	3,60-4,00	4,00-4,40	4,40-4,80		
	UG080 12.24	UG081 9.15	UG082 8.57	UG083 7.18	UG084 12.35	UG085 12.18	UG086 9.61	UG087 7.82	UG088 13.43	UG089 5.54	UG090 6.33	UG091 7.63		
Normalizálatlan főkomponensek (súly %):														
SiO <sub>2</sub>	62.69	64.95	66.01	68.63	63.30	63.41	65.08	67.73	61.09	71.65	72.49	71.16		
TiO <sub>2</sub>	0.876	0.961	0.982	1.012	0.916	0.914	0.966	1.013	0.899	1.082	1.067	1.016		
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12.24	14.12	14.82	14.84	12.76	12.55	15.29	16.50	13.48	14.80	14.64	15.31		
FeO	4.38	5.11	5.35	5.30	4.50	4.40	5.47	6.14	4.86	5.29	5.02	5.54		
MgO	4.63	3.97	2.77	2.59	2.89	3.40	2.74	2.35	2.64	2.08	2.00	2.12		
CaO	9.92	5.71	5.56	3.15	11.23	10.43	6.06	2.43	12.77	0.88	1.06	0.70		
Na <sub>2</sub> O	1.43	1.59	1.42	1.31	1.04	1.16	1.05	0.72	0.97	0.84	0.93	0.75		
K <sub>2</sub> O	2.14	2.45	2.44	2.42	2.24	2.25	2.35	2.33	2.19	2.34	2.38	2.33		
MnO	0.092	0.104	0.110	0.118	0.095	0.087	0.105	0.119	0.092	0.163	0.161	0.127		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.185	0.201	0.145	0.168	0.168	0.164	0.125	0.097	0.148	0.117	0.121	0.124		
Total	98.58	99.17	99.61	99.54	99.14	98.77	99.24	99.43	99.14	99.24	99.87	99.18		
Normalizálatlan nyomelemek (ppm):														
Sc	12	20	15	15	7	11	7	16	11	18	18	16		
V	89	100	107	103	89	82	106	113	97	101	102	106		
Cr	78	87	93	94	84	85	94	106	84	99	97	103		
Ni	38	43	48	49	36	35	45	55	37	53	48	56		
Cu	15	23	22	26	23	17	22	26	21	26	23	23		
Zn	63	74	75	80	69	65	80	93	70	82	89	88		
Ga	16	18	19	18	18	15	19	24	17	20	18	18		
Rb	95	108	118	122	106	105	128	136	108	122	122	125		
Sr	187	156	165	139	175	178	147	111	178	105	109	94		
Y	41	43	45	45	42	41	43	46	47	46	45	48		
Zr	388	372	397	442	442	440	388	408	379	474	461	453		
Nb	16.8	17.9	18.6	19.3	18.1	17.9	19.4	19.8	18.1	20.7	19.9	19.8		
Ba	383	449	474	462	412	407	462	489	435	512	511	465		
La	59	50	55	47	52	50	45	61	52	38	73	57		
Ce	79	104	112	114	100	108	111	120	121	125	125	124		
Pb	17	20	22	24	19	18	25	26	23	29	24	22		
Th	13	11	15	15	15	14	17	17	18	19	17	20		
Geokémiai arányok														
CaO/MgO	2.14	1.44	2.01	1.22	3.89	3.07	2.21	1.03	4.84	0.42	0.53	0.33		
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.10	0.69	0.64	0.46	1.14	1.10	0.62	0.33	1.18	0.27	0.30	0.25		
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.50	1.54	1.72	1.85	2.15	1.94	2.24	3.24	2.26	2.79	2.56	3.11		
Sr/Ba	0.49	0.35	0.35	0.30	0.42	0.44	0.32	0.23	0.41	0.21	0.21	0.20		

18. táblázat. A lipródi feltárási üledéssorának geokémiai adatai.



Villánykövesdi Téglagyár

Mintaszám Mintakód		Villánykövesdi Téglagyár																												Normalizálatlan főkomponensek (súly %):																													
		LOI (%)																												Normalizálatlan nyomelemek (ppm):																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28																																
V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	V28																																
20.35	16.24	14.50	14.46	11.13	7.43	6.39	8.93	14.70	14.10	13.72	13.64	11.31	11.94	12.03	8.17	8.68	14.41	9.50	13.21	13.14	12.21	16.37	15.37	11.20	10.11	7.54	15.07																																
Normalizálatlan főkomponensek (súly %):																														Normalizálatlan nyomelemek (ppm):																													
SiO <sub>2</sub>	51.36	57.14	59.37	58.79	62.42	66.34	68.76	65.55	59.15	60.15	61.04	60.63	63.07	62.60	62.67	67.37	67.19	59.77	65.43	60.83	60.96	62.00	56.71	58.36	63.71	65.75	69.60	59.58																															
TiO <sub>2</sub>	0.734	0.823	0.859	0.868	0.946	1.007	1.008	0.964	0.836	0.860	0.871	0.867	0.894	0.876	0.892	0.972	0.958	0.845	0.943	0.875	0.878	0.897	0.815	0.826	0.912	0.934	0.982	0.830																															
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.16	11.51	12.33	12.62	14.37	15.68	15.83	14.71	12.07	12.32	12.66	12.54	13.28	13.10	13.16	15.23	14.89	12.97	14.23	12.49	12.56	13.16	12.37	12.71	13.89	14.41	15.12	12.73																															
FeO	3.75	4.15	4.55	4.23	4.91	5.73	5.76	5.42	4.35	4.22	4.24	4.16	4.73	4.55	4.49	4.87	5.05	4.21	4.87	4.45	3.92	4.66	4.34	4.46	4.91	4.95	5.27	4.45																															
MgO	4.28	4.46	4.34	3.95	3.27	2.22	2.16	2.27	4.44	4.63	4.34	4.20	3.67	3.80	3.38	2.41	2.30	3.08	2.60	3.94	4.19	3.43	3.14	3.36	2.80	2.60	2.05	2.93																															
CaO	25.08	16.62	13.39	13.85	8.15	2.92	1.59	5.54	13.42	12.32	11.43	12.00	8.64	9.77	10.23	4.01	4.38	13.94	6.15	11.87	11.53	10.33	17.47	15.56	8.53	6.40	2.22	14.87																															
Na <sub>2</sub> O	1.06	1.23	1.33	1.33	1.43	1.43	1.47	1.38	1.27	1.36	1.35	1.31	1.43	1.45	1.47	1.43	1.36	1.21	1.42	1.40	1.38	1.41	1.15	1.22	1.33	1.32	1.21	1.13																															
K <sub>2</sub> O	1.77	2.03	2.15	2.14	2.30	2.40	2.38	2.27	2.13	2.14	2.16	2.13	2.28	2.25	2.17	2.35	2.26	2.01	2.18	2.15	2.14	2.19	1.92	1.97	2.14	2.18	2.25	1.97																															
MnO	0.075	0.087	0.094	0.094	0.106	0.118	0.117	0.106	0.090	0.092	0.095	0.089	0.098	0.092	0.090	0.112	0.110	0.086	0.099	0.088	0.091	0.090	0.078	0.079	0.092	0.100	0.108	0.084																															
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.155	0.170	0.180	0.191	0.195	0.185	0.187	0.188	0.174	0.174	0.174	0.173	0.174	0.178	0.167	0.137	0.139	0.167	0.166	0.167	0.171	0.167	0.162	0.162	0.159	0.159	0.146	0.172																															
Total	98.42	98.22	98.59	98.06	98.09	98.53	99.26	98.40	97.93	98.26	98.36	98.10	98.26	98.67	98.72	98.89	98.63	98.29	98.08	98.26	97.82	98.33	98.16	98.71	98.47	98.80	98.96	98.75																															
Sc	0	7	10	16	19	17	18	17	13	12	8	14	11	17	8	17	12	11	10	13	12	16	7	11	11	10	19	6																															
V	68	87	88	92	100	107	111	109	78	87	90	88	97	93	92	99	112	83	95	86	91	93	84	86	100	103	112	78																															
Cr	59	69	77	78	88	98	98	89	79	74	78	76	74	77	76	87	88	76	84	74	72	77	73	76	82	83	91	75																															
Ni	21	28	33	33	40	49	48	45	35	32	36	34	34	36	37	41	44	34	43	33	33	37	29	34	38	39	48	32																															
Cu	15	17	20	22	26	32	27	25	22	18	20	17	22	19	23	22	20	18	25	22	16	23	16	20	23	20	25	18																															
Zn	55	62	65	70	77	87	88	79	66	65	72	64	72	68	68	81	76	67	76	69	65	65	66	67	73	75	77	66																															
Ga	12	13	16	17	16	19	16	18	17	17	17	15	16	19	17	17	19	16	17	15	13	16	14	17	16	17	18	14																															
Rb	76	88	96	98	115	129	127	119	97	96	102	95	107	102	101	126	126	99	113	97	95	101	95	97	111	114	124	97																															
Sr	193	201	185	181	152	141	132	145	205	188	171	187	167	183	187	146	144	197	158	202	203	191	220	223	187	160	133	184																															
Y	34	38	38	37	41	43	45	43	37	38	40	39	41	39	40	43	42	39	41	38	39	41	36	37	40	41	43	37																															
Zr	309	350	350	338	349	374	385	374	359	357	354	356	370	365	376	375	373	336	364	366	360	382	330	332	364	374	396	341																															
Nb	15.1	16.9	18.4	17.4	18.8	21.2	21.4	19.5	17.7	17.1	18.6	17.5	18.9	18.2	18.1	19.6	20.4	18.6	18.9	18.0	17.6	18.1	16.7	16.7	16.8	18.7	20.0	15.9																															
Ba	329	362	395	422	451	483	506	464	398	398	415	410	436	420	427	496	463	425	449	398	408	439	400	399	430	465	468	411																															
La	43	35	33	39	40	64	44	50	40	39	59	46	47	48	40	43	52	48	52	41	39	44	43	38	38	52	47	57																															
Ce	64	84	79	74	90	112	97	110	81	91	80	70	85	98	87	104	111	76	99	102	88	89	78	86	96	91	96	99																															
Pb	13	16	19	17	22	23	23	21	18	18	17	17	18	14	16	22	20	19	20	18	19	21	18	17	19	20	23	17																															
Th	9	13	12	15	15	17	16	15	13	12	14	13	16	13	16	14	15	14	14	15	13	15	10	13	15	14	16	14																															
Geokémiai arányok																																																											
CaO/MgO	5.86	3.73	3.09	3.51	2.49	1.32	0.74	2.44	3.02	2.66	2.63	2.86	2.35	2.57	3.03	1.66	1.90	4.53	2.37	3.01	2.75	3.01	5.56	4.63	3.05	2.46	1.08	5.08																															
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.75	1.73	1.37	1.37	0.83	0.43	0.34	0.62	1.39	1.28	1.18	1.23	0.93	1.03	1.05	0.51	0.54	1.32	0.69	1.23	1.20	1.06	1.66	1.48	0.86	0.69	0.38	1.41																															
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.67	1.65	1.62	1.61	1.61	1.68	1.62	1.64	1.68	1.57	1.60	1.63	1.59	1.55	1.48	1.64	1.66	1.66	1.54	1.54	1.55	1.55	1.67	1.61	1.61	1.65	1.86	1.74																															
Sr/Ba	0.59	0.56	0.47	0.43	0.34	0.29	0.26	0.31	0.52	0.47	0.41	0.46	0.38	0.44	0.44	0.29	0.31	0.46	0.35	0.51	0.50	0.44	0.55	0.56	0.43	0.34	0.28	0.45																															

19. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár üledéksorának geokémiai adatai.



Mélység (m)	Beregend																												
	Mintakód																												
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28	
LOI (%)	12.84	10.85	10.46	11.00	7.52	10.70	18.33	13.51	13.18	12.27	14.04	8.41	8.20	7.85	7.37	9.41	10.05	7.73	7.43	7.75	8.30	7.92	32.49	11.54	8.00	26.11	11.43	7.74	
Normalizálatlan főkomponensek (súly %):																													
SiO <sub>2</sub>	61.75	64.27	64.12	64.80	69.87	66.12	53.45	61.30	62.05	63.69	60.36	67.51	68.54	68.61	68.66	65.47	64.21	67.09	69.50	70.05	69.24	69.94	25.88	63.75	69.71	41.48	62.58	66.89	
TiO <sub>2</sub>	0.927	0.966	0.978	0.958	1.041	0.974	0.793	0.906	0.952	0.934	0.961	1.037	1.060	1.066	1.055	1.008	1.005	1.051	1.093	1.107	1.060	1.094	0.400	0.980	1.032	0.562	0.944	0.980	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.98	14.71	14.77	14.17	15.28	14.11	11.56	12.25	12.02	12.45	12.39	16.17	16.63	16.49	16.43	15.56	15.31	15.73	15.83	15.76	16.21	15.68	5.99	15.12	15.92	8.68	14.06	15.76	
FeO	5.14	5.43	5.37	5.34	5.58	5.19	4.24	4.39	4.36	4.49	4.44	5.87	5.93	6.08	6.06	5.76	5.66	5.71	5.78	5.68	5.88	5.76	2.03	5.60	5.92	3.20	5.36	5.79	
MgO	2.40	2.49	2.62	2.81	1.88	1.89	2.68	2.83	2.87	2.95	3.22	2.14	1.96	2.01	2.22	2.14	2.20	2.10	1.88	1.74	1.93	1.82	1.36	2.25	1.97	1.87	2.08	2.49	
CaO	10.58	6.86	7.08	6.77	1.45	7.34	22.48	13.29	12.78	10.71	13.74	2.69	1.09	1.11	1.08	4.96	6.57	2.99	1.17	1.09	1.02	1.00	60.50	7.38	1.09	39.80	9.59	2.78	
Na <sub>2</sub> O	1.09	1.15	1.23	1.14	0.95	0.88	0.90	1.10	1.14	1.19	1.13	0.88	0.74	0.80	0.95	0.93	1.03	1.11	0.80	0.67	0.71	0.70	0.24	0.74	0.60	0.52	0.90	0.89	
K <sub>2</sub> O	2.15	2.24	2.28	2.27	2.34	2.14	1.82	1.92	1.86	1.93	1.96	2.31	2.30	2.30	2.36	2.33	2.30	2.36	2.26	2.25	2.35	2.25	0.83	2.25	2.40	1.46	2.50	2.87	
MnO	0.106	0.109	0.106	0.110	0.127	0.112	0.078	0.095	0.098	0.063	0.063	0.121	0.123	0.121	0.119	0.115	0.110	0.113	0.138	0.140	0.141	0.147	0.057	0.129	0.126	0.059	0.104	0.120	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.165	0.166	0.164	0.189	0.157	0.157	0.165	0.158	0.164	0.162	0.170	0.134	0.123	0.132	0.100	0.146	0.157	0.170	0.141	0.119	0.121	0.121	0.151	0.145	0.110	0.244	0.226	0.201	
Total	98.29	98.39	98.72	98.55	98.68	98.91	98.16	98.24	98.30	98.57	98.43	98.86	98.50	98.72	99.04	98.42	98.56	98.42	98.59	98.60	98.67	98.51	97.04	98.35	98.88	97.88	98.34	98.87	
Normalizálatlan nyomelemek (ppm):																													
Sc	12	18	18	11	17	13	3	7	7	10	10	18	12	16	23	7	14	17	17	16	18	16	0	18	16	0	18	15	
V	101	98	102	104	117	97	79	83	82	96	83	114	124	128	122	112	100	118	114	107	125	123	48	103	115	66	109	119	
Cr	88	92	91	88	97	93	69	75	75	75	78	99	113	103	101	97	95	96	100	102	104	101	26	96	104	52	87	100	
Ni	38	43	41	44	51	46	30	33	32	34	31	49	53	51	54	49	46	50	51	52	53	55	0	50	55	14	46	54	
Cu	25	28	25	28	31	26	19	19	22	17	17	30	29	29	28	24	27	26	28	31	36	28	3	28	33	13	34	33	
Zn	77	77	75	81	85	79	69	64	63	66	68	85	82	85	87	84	82	84	85	85	89	84	35	87	94	51	87	95	
Ga	16	19	17	19	18	17	17	16	15	14	16	16	22	18	21	19	18	19	20	19	20	22	8	21	18	13	14	19	
Rb	111	114	113	113	125	111	87	92	89	93	94	134	137	134	130	123	116	117	130	129	137	122	41	120	124	68	111	132	
Sr	149	145	149	136	112	118	188	183	183	182	187	113	98	102	105	132	142	131	100	94	101	102	130	141	98	174	167	111	
Y	41	43	44	42	46	47	37	43	43	41	44	45	46	46	46	43	40	44	42	46	48	44	46	25	41	40	37	40	
Zr	368	374	379	372	426	403	326	399	455	405	440	391	402	404	392	381	374	412	455	473	419	466	180	372	387	239	359	348	
Nb	18.7	19.1	19.1	18.8	20.2	18.0	13.8	17.7	18.6	18.3	17.4	19.8	20.6	20.5	20.6	19.0	20.4	20.9	21.7	22.8	22.2	22.5	9.8	19.8	21.0	12.7	17.9	19.7	
Ba	430	458	455	439	459	428	383	380	371	367	371	476	487	472	471	455	456	462	455	446	493	471	193	480	488	282	456	513	
La	39	41	41	49	52	43	36	42	40	39	36	47	48	51	48	40	47	50	52	47	47	41	28	57	51	33	58	41	
Ce	104	99	90	82	125	108	81	74	98	88	107	99	121	106	93	100	101	103	109	118	103	127	35	114	100	55	90	99	
Pb	19	19	25	20	23	20	16	19	19	19	19	20	24	26	24	24	25	23	23	28	29	29	30	10	27	26	14	19	22
Th	16	18	12	16	15	14	13	14	17	15	13	17	17	19	16	17	16	19	19	18	17	19	4	16	17	9	11	15	
Geokémiai arányok																													
CaO/MgO	4.41	2.76	2.70	2.41	0.77	3.88	8.39	4.70	4.45	3.63	4.27	1.26	0.56	0.55	0.49	2.32	2.99	1.42	0.62	0.63	0.53	0.55	44.49	3.28	0.55	21.28	4.61	1.12	
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.99	0.70	0.72	0.72	0.31	0.73	2.18	1.33	1.31	1.11	1.36	0.36	0.25	0.26	0.27	0.53	0.65	0.41	0.27	0.25	0.25	0.25	11.01	0.69	0.26	4.81	0.92	0.41	
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	1.97	1.95	1.85	1.99	2.46	2.43	2.02	1.75	1.63	1.62	1.73	2.63	3.11	2.88	2.48	2.51	2.23	2.13	2.83	3.36	3.31	3.21	3.46	3.04	4.00	2.81	2.78	3.22	
Sr/Ba	0.35	0.32	0.33	0.31	0.24	0.28	0.49	0.48	0.49	0.50	0.50	0.24	0.20	0.22	0.22	0.29	0.31	0.28	0.22	0.21	0.20	0.22	0.67	0.29	0.20	0.62	0.37	0.22	

20. táblázat. A beregend feltárás üledéksorának geokémiai adatai.



Főkomponensek, nyomelemek	A szerző adatai		HUM-FÉNYES (1995), HUM (2002)	
	Minimum érték	Maximum érték	Minimum érték	Maximum érték
SiO <sub>2</sub>	51,3%	72,4%	49,1%	69,3%
TiO <sub>2</sub>	0,73%	1,11%	0,50%	1,03%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,1%	16,6%	8,04%	13,3%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	n.a.	n.a.	2,30%	4,12%
FeO	3,69%	6,14%	0,18%	0,75%
MgO	1,74%	7,31%	1,45%	5,16%
CaO	0,70%	25,0%	0,94%	17,1%
Na <sub>2</sub> O	0,60%	1,80%	0,89%	1,65%
K <sub>2</sub> O	1,77%	2,87%	1,39%	2,20%
MnO	0,063%	0,163%	0,058%	0,101%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,10%	0,60%	0,12%	0,22%
Sc	0 ppm	22 ppm	n.a.	n.a.
V	68 ppm	128 ppm	n.a.	n.a.
Cr	59 ppm	113 ppm	52 ppm	94 ppm
Ni	19 ppm	56 ppm	30 ppm	50 ppm
Cu	13 ppm	36 ppm	22 ppm	38 ppm
Zn	46 ppm	95 ppm	44 ppm	82 ppm
Ga	12 ppm	24 ppm	n.a.	n.a.
Rb	73 ppm	140 ppm	30 ppm	80 ppm
Sr	94 ppm	319 ppm	167 ppm	513 ppm
Y	33 ppm	48 ppm	n.a.	n.a.
Zr	308 ppm	502 ppm	n.a.	n.a.
Nb	14 ppm	23 ppm	n.a.	n.a.
Ba	326 ppm	526 ppm	300 ppm	400 ppm
La	30 ppm	73 ppm	n.a.	n.a.
Ce	64 ppm	132 ppm	n.a.	n.a.
Pb	13 ppm	30 ppm	4 ppm	26 ppm
Th	9 ppm	20 ppm	n.a.	n.a.

21. táblázat. A főkomponensek és nyomelemek előfordulásának szélső értékei a löszökben és paleotalajokban a Délkelet-Dunántúlon (HUM és FÉNYES 1995) és Dél-Baranyában. A dőlt betűs adatok (HUM 2002) átlagadatok (általában gyengén mállott löszök és paleotalajok átlagadatai), nem szélső értékek.



	A.				B.		C.					J.			D.				H/Pp.			
	<i>Perforatella rubiginosa</i> (A. SCHM.)	<i>Vitrea crystallina</i> (MÜLL.)	<i>Nesovitrea hammonis</i> (STRÖM)	<i>Euconulus fulvus</i> (MÜLL.)	<i>Trichia hispida</i> (L.)	<i>Succinea oblonga</i> DRAP.	<i>Chondrula tridens</i> (Müll.)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAP.)	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla triplicata</i> (STUD.)	<i>Helicidae</i> sp. indet.	<i>Clausiliidae</i> sp. indet.	<i>Clausilia dubia</i> DRAP.	<i>Vallonia costata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	<i>Vertigo pygmaea</i> (DRAP.)	<i>Bradybaena fruticum</i> (MÜLL.)	<i>Anisus spirorbis</i> (L.)	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (Celsius-fok)	A fauna hány %-a alapján	
Mélység (m)	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%	db/%				
0,00-0,40																						
0,40-0,80	1	1	1	1	2	15	6	25	1	7		6		12	13				91	18.33	82.42%	
	1.10%	1.10%	1.10%	1.10%	2.20%	16.48%	6.59%	27.47%	1.10%	7.69%		6.59%		13.19%	14.29%							
0,80-1,20		1	1			2	3	2	2	2		1		4					18			
		5.56%	5.56%			11.11%	16.67%	11.11%	11.11%	11.11%		5.56%		22.22%								
1,20-1,60		2	1			2	6	3	1	4		1		5	1	1			27			
		7.41%	3.70%			7.41%	22.22%	11.11%	3.70%	14.81%		3.70%		18.52%	3.70%	3.70%						
1,60-2,00		1				1	5	15	4	2	2	1		11	4	1			47	18.96	72.34%	
		2.13%				2.13%	10.64%	31.91%	8.51%	4.26%	4.26%	2.13%		23.40%	8.51%	2.13%						
2,00-2,40		1		1			1	5	12	1				7	3				31			
		3.23%		3.23%			3.23%	16.13%	38.71%	3.23%				22.58%	9.68%							
2,40-2,80							3	3	1					1		1			9			
							33.33%	33.33%	11.11%					11.11%		11.11%						
2,80-3,20						1	17	6	20	2				14	14			1	75	17.49	49.33%	
						1.33%	22.67%	8.00%	26.67%	2.67%				18.67%	18.67%			1.33%				
3,20-3,60							13	26	2					12					53	20.08	71.70%	
							24.53%	49.06%	3.77%					22.64%								
3,60-4,00			1			1	4	2	1					1	1	1			12			
		8.33%				8.33%	33.33%	16.67%	8.33%					8.33%	8.33%	8.33%						
4,00-4,40							10	28	5	7		2	1	22	8				83	19.09	79.52%	
							12.05%	33.73%	6.02%	8.43%		2.41%	1.20%	26.51%	9.64%							
4,40-4,80							1	2	1	3				1				1	9			
							11.11%	22.22%	11.11%	33.33%				11.11%				11.11%				
4,80-5,20														1					1			
														100.00%								
5,20-5,60							1							1					2			
							50.00%							50.00%								
5,60-6,00								1	1										2			
								50.00%	50.00%													
6,00-6,40							1	1	5	5	1			2	5				20			
							5.00%	5.00%	25.00%	25.00%	5.00%			10.00%	25.00%							
6,40-6,80			1			1	9		14	7		1		52	26			1	112	16.93	76.79%	
		0.89%				0.89%	8.04%	0.00%	12.50%	6.25%		0.89%		46.43%	23.21%			0.89%				
6,80-7,20		1	1		1		19	1	9	10	1			101	23		1		168	17.05	81.55%	
		0.60%	0.60%		0.60%		11.31%	0.60%	5.36%	5.95%	0.60%			60.12%	13.69%		0.60%					

22. táblázat. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás Mollusca-faunája.



	A.				B.				C.				J.				D.				H/P.			
	Perforatella rubiginosa (A. SCHM.)	Vitrea crystallina (MÜLL.)	Nesovitreia hammonis (STRÖM)	Eucornulus fulvus (MÜLL.)	Cochlicopa lubrica (MÜLL.)	Trichia hispida (L.)	Succinea oblonga DRAP.	Chondrula tridens (Müll.)	Granaria frumentum (DRAP.)	Helicopsis striata (MÜLL.)	Pupilla triplicata (STUD.)	Cecilioides acticula (MÜLL.)	Helicidae sp. indet.	Clausiliidae sp. indet.	Clausilia dubia DRAP.	Punctum pygmaeum (DRAP.)	Vallonia costata (MÜLL.)	Orcula dolium (DRAP.)	Pupilla muscorum (L.)	Vertigo pygmaea (DRAP.)	Anisus spirorbis (L.)	Összesen (db)	Játsusi középhőmérséklet (°C)	A fauna hány %-a alapján
Mélység (m)	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %			
0,00-0,40	15 2,21 %	49 7,22 %	4 0,59 %	6 0,88 %		47 6,92 %	83 12,22 %	11 1,62 %	22 3,24 %	7 1,03 %	56 8,25 %	1 0,15 %	6 0,88 %	9 1,33 %	74 10,90 %	31 4,57 %	65 9,57 %	31 4,57 %	160 23,56 %	2 0,29 %	2	679	16,53	86,45 %
0,40-0,80	2 0,43 %	12 2,59 %	6 1,30 %	3 0,65 %		2 0,43 %	15 3,24 %	17 3,67 %	21 4,54 %		56 12,10 %		1 0,22 %	42 9,07 %	39 8,42 %		58 12,53 %	2 0,43 %	184 39,74 %	3 0,65 %		463	16,99	83,59 %
0,80-1,20	1 0,75 %	8 5,97 %				1 0,75 %	4 2,99 %	9 6,72 %	17 12,69 %	1 0,75 %	22 16,42 %		2 1,49 %	14 10,45 %	11 8,21 %		13 9,70 %	5 3,73 %	19 14,18 %	7 5,22 %		134	17,95	70,90 %
1,20-1,60		1 3,23 %					3 9,68 %	6 19,35 %	2 6,45 %		7 22,58 %			2 6,45 %			6 19,35 %		4 12,90 %		31			
1,60-2,00		1 2,13 %					1 2,13 %	12 25,53 %	1 2,13 %	3 6,38 %	8 17,02 %						20 42,55 %		1 2,13 %		47	17,77	68,09 %	
2,00-2,40				1 2,13 %		1 2,13 %	1 2,13 %	7 14,89 %	8 17,02 %	4 8,51 %	5 10,64 %		2 4,26 %				18 38,30 %				47	18,45	70,21 %	
2,40-2,80							1 1,59 %	14 22,22 %	18 28,57 %	11 17,46 %	1 1,59 %	1 1,59 %	1 1,59 %	1 1,79 %			12 19,05 %		4 6,35 %		63	19,19	57,14 %	
2,80-3,20						1 1,79 %		4 7,14 %	6 10,71 %	6 17,46 %	4 1,59 %	4 7,14 %		1 1,79 %			12 21,43 %		22 39,29 %		56	17,33	80,36 %	
3,20-3,60							1 1,79 %	4 7,14 %	7 12,50 %	11 19,64 %	5 8,93 %		3 5,36 %	1 1,79 %			6 10,71 %		17 30,36 %	1 1,79 %	56	17,79	64,29 %	
3,60-4,00								3 7,69 %	2 5,13 %	13 33,33 %							8 20,51 %		13 33,33 %		39			
4,00-4,40						4 2,94 %		40 29,41 %		4 2,94 %							50 36,76 %		37 27,21 %	0,74 %	136	16,51	66,91 %	
4,40-4,80							2 2,90 %	2 2,90 %	12 17,39 %		11 15,94 %						10 14,49 %		32 46,38 %		69	17,79	97,10 %	
4,80-5,20		1 1,45 %			1 1,45 %		1 1,45 %	3 4,35 %	1 1,45 %	12 17,39 %			5 7,25 %				11 15,94 %		34 49,28 %		69	16,32	69,57 %	
5,20-5,60							3 3,30 %	14 15,38 %	2 2,20 %	2 2,20 %	2 2,20 %		2 2,20 %				9 9,89 %		57 62,64 %			91	16,38	80,22 %
5,60-6,00	6 3,03 %				4 2,02 %	13 6,57 %	8 4,04 %	6 3,03 %	1 0,51 %	3 1,52 %	2 1,01 %		5 2,53 %				6 3,03 %		144 72,73 %			198	16,04	87,88 %

23. táblázat. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás a) szelvényének Mollusca-faunája.



	A.	B.	C.				J.		D.				G.	H/P.		H/S(F).		H/S.															
	Perforatella rubiginosa (A. SCHM.)	Vitreia crystallina (MÜLL.)	Trichia hispida (L.)	Succinea oblonga DRAP.	Chondrula tridens (Müll.)	Granaria frumentum (DRAP.)	Helicopsis striata (MÜLL.)	Pupilla triplicata (STUD.)	Cecilioides acicula (MÜLL.)	Clausiliidae sp. indet.	Clausilia dubia DRAP.	Vallonia costata (MÜLL.)	Orcula dolium (DRAP.)	Pupilla muscorum (L.)	Vertigo pygmaea (DRAP.)	Vallonia emiliensis (GRED.)	Oxyloma elegans (RISSO)	Anisus spirorbis (L.)	Valvata pulchella (STUD.)	Planorbis planorbis (L.)	Bithynia leachi (SHEPP.)	Lymnaea palustris (MÜLL.)	Lymnaea peregra (MÜLL.)	Bithynia tentaculata (operc.)	Anisus vortex (L.)	Gyraulus crista (L.)	Valvata piscinalis (MÜLL.)	Planorbartius cornuus (L.)	Pisidium sp. indet.	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (Celsius-fok)	A szárazföldi fauna hány %-a alapján	
Mélység (m)	db / %	Db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %				
0,00-0,40					4	6		3	9	2		22	1	1	1															49	18,09	65,31	
0,40-0,80					4	2		1	3		1	5						1	1											21			
0,80-1,20		9,52			19,05	9,52	4,76	14,29	4,76		4,76	23,81						4,76	4,76											10			
1,20-1,60		10,00			10,00	60,00			20,00																						1		
1,60-2,00	1			22	5	3	3	1				5		7			46	386	61	405	213	5	15	10	64	2	18	10	24	1306	16,67	40,86	
2,00-2,40	0,08			1,68	0,38	0,23	0,23	0,08				0,38	0,54			3,52	29,56	4,67	31,01	16,31	0,38	1,15	0,77	4,90	0,15	1,38	0,77	1,84					
	2		1	1	1	6	1	2				2	2	3	1	1	5	104	89	38	17	18	58		19	69			4	444	18,80	53,57	
	0,45		0,23	0,23	0,23	1,35	0,23	0,45				0,45	0,45	0,68	0,23	0,23	1,13	23,42	20,05	8,56	3,83	4,05	13,06	4,28	15,54			0,90					

24. táblázat. A Majs 2. számú (Tehénteleg) feltárás b) szelvényének Mollusca-faunája.



	A.			B.		C.					J.			D.					E.				
	<i>Perforatella rubiginosa</i> (A. SCHM.)	<i>Vitreia crystallina</i> (MÜLL.)	<i>Nesovitreia hammonis</i> (STRÖM)	<i>Trichia hispida</i> (L.)	<i>Succinea oblonga</i> DRAP.	<i>Chondrula tridens</i> (Müll.)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAP.)	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla triplicata</i> (STUD.)	<i>Cecilioides acicula</i> (MÜLL.)	<i>Helicidae</i> sp. indet.	<i>Clausiliidae</i> sp. indet.	<i>Clausilia dubia</i> DRAP.	<i>Punctum pygmaeum</i> (DRAP.)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLL.)	<i>Orcula dolium</i> (DRAP.)	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	<i>Vertigo pygmaea</i> (DRAP.)	<i>Bradybaena fruticum</i> (MÜLL.)	<i>Discus nuderatus</i> (FÉR.)	Összesen (db)	Juliusi középhőmérséklet (Celsius-fok)	A fauna hány %-a alapján
Mélység (m)	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %	db / %			
0,00-0,40		1			5	3	3		24	1		18	1	21	1	53					131	17,23	82,44%
		0,76%			3,82%	2,29%	2,29%		18,32%	0,76%		13,74%	0,76%	16,03%	0,76%	40,46%							
0,40-0,80		4			2	2	11		23		2	4	2	1	21	5	48				125	17,51	89,60%
		3,20%			1,60%	1,60%	8,80%		18,40%		1,60%	3,20%	1,60%	0,80%	16,80%	4,00%	38,40%						
0,80-1,20		6	1			9	14		3	1	2	6		2	14	5	3			1	67	18,31	62,69%
		8,96%	1,49%			13,43%	20,90%		4,48%	1,49%	2,99%	8,96%		2,99%	20,90%	7,46%	4,48%			1,49%			
1,20-1,60		2				9	26		15		5	19	12	2	9	8	17		1	1	126	18,53	65,87%
		1,59%				7,14%	20,63%		11,90%		3,97%	15,08%	9,52%	1,59%	7,14%	6,35%	13,49%		0,79%	0,79%			
1,60-2,00		3	1			5	12		10		1	3	3	3	18	1	9				66	18,09	87,88%
		4,55%	1,52%			7,58%	18,18%		15,15%	1,52%	1,52%	4,55%	4,55%	4,55%	27,27%	1,52%	13,64%						
2,00-2,40					4	10	14	2	26			14	6		10		23				109	18,30	76,15%
						9,17%	12,84%	1,83%	23,85%			12,84%	5,50%		9,17%		21,10%						
2,40-2,80		2		1		6	3	1	5			3	3		14		2				37		
		5,41%		2,70%		16,22%	8,11%	2,70%	13,51%			8,11%			37,84%		5,41%						
2,80-3,20	1					10	13	6	3						12	1	1			1	47	19,29	61,70%
	2,13%					21,28%	27,66%	12,77%	6,38%						25,53%		2,13%			2,13%			
3,20-3,60						17	30	7							17		5	4		1	81	19,50	64,20%
						20,99%	37,04%	8,64%							20,99%		6,17%	4,94%		1,23%			

25. táblázat. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás Mollusca-faunája.



	A.				I.		B.			C.								J.			D.				E.	G.					
	Perforatella rubiginosa (A. SCHM.)	Vitrea crystallina (MÜLL.)	Nesovitrea hammonis (STRÖM)	Euconulus fulvus (MÜLL.)	Cochlicopa lubrica (MÜLL.)	Pupilla sterri (VOITH)	Columnella columella (G. MART.)	Trichia hispida (L.)	Succinea oblonga DRAP.	Columnella edentula (DRAP.)	Chondrula tridens (MÜLL.)	Granaria frumentum (DRAP.)	Helicopsis striata (MÜLL.)	Pupilla triplicata (STUD.)	Truncatellina cylindrica (FÉR.)	Cecilioides acicula (MÜLL.)	Aegopinella minor (STAB.)	Helicidae sp. indet.	Clausiliidae sp. indet.	Clausilia dubia DRAP.	Punctum pygmaeum (DRAP.)	Vallonia pulchella (MÜLL.)	Vallonia costata (MÜLL.)	Orcula dolium (DRAP.)	Pupilla muscorum (L.)	Discus perspectivus (MÜHLF.)	Vallonia emnensis (GREDL.)	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (Celsius-fok)	A fauna hány %-a alapján	
Mélység (m)																															
0,00-0,40	1	6	1			2		2	22		2	9		32		10			7	2	2		92	4	53				247	17.13	89.1
	0.4%	2.4%		0.4%		0.8%		0.8%	8.9%		0.8%	3.6%		13.0%		4.0%			2.8%	0.8%	0.8%		37.2%	1.6%	21.5%						
0,40-0,80	1	8	2	1				7	25		3	11	3	38		7	1			6		1	141	4	90				349	17.04	93.4
	0.3%	2.3%	0.6%	0.3%				2.0%	7.2%		0.9%	3.2%	0.9%	10.9%		2.0%	0.3%		1.7%			0.3%	40.4%	1.1%	25.8%						
0,80-1,20		4		1	1		5	2	111	7	5	2	1	70	3	22			4				100	1	262				601	16.62	91.7
		0.7%		0.2%	0.2%		0.8%	0.3%	18.5%	1.2%	0.8%	0.3%	0.2%	11.6%	0.5%	3.7%			0.7%				16.6%	0.2%	43.6%						
1,20-1,60		11	4					2	20		30	24		34			2	1	6	5			123	1	165				428	17.92	89.7
		2.6%	0.9%					0.5%	4.7%		7.0%	5.6%		7.9%		0.5%	0.2%		1.4%	1.2%			28.7%	0.2%	38.6%						
1,60-2,00		1	1						1		25	4	1	13		2			3	4		1	42		149		1	248	16.54	86.3	
		0.4%	0.4%						0.4%		10.1%	1.6%	0.4%	5.2%		0.8%			1.2%	1.6%		0.4%	16.9%		60.1%		0.4%				
2,00-2,40									3		1					2				1			1		6				14		
									21.4%		7.1%					14.3%				7.1%			7.1%		42.9%						
2,40-2,80											1	1	1	1									2						6		
											16.7%	16.7%	16.7%	16.7%									33.3%								
2,80-3,20											8	22	6										4		3		1		44	20.31	65.9
											18.2%	50.0%	13.6%										9.1%		6.8%		2.3%				
3,20-3,60									2		25	36	14	1								1	14		5				98	19.72	59.2
									2.0%		25.5%	36.7%	14.3%	1.0%									1.0%	14.3%		5.1%					

26. táblázat. A töttösi feltárás Mollusca-faunája.



	I.	B.		C.					J.	D.				H/Pp.	H/P.			
	<i>Vallonia tenuilabris</i> (A. BR.)	<i>Trichia hispida</i> (L.)	<i>Succinea oblonga</i> DRAP.	<i>Chondrula tridens</i> (Müll.)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAP.)	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla triplicata</i> (STUD.)	<i>Helicidae</i> sp. indet.	<i>Clausiliidae</i> sp. indet.	<i>Vallonia pulchella</i> (MÜLL.)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	<i>Vertigo pygmaea</i> (DRAP.)	<i>Anisus spirorbis</i> (L.)	<i>Bithynia leachi</i> (SHEPP.)	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (Celsius-fok)	A fauna hány %-a alapján
Mélység (m)																		
0,00-0,40	2	7	6	9	10	2	5		1		8	14				64	17.19	81.3%
	3.1%	10.9%	9.4%	14.1%	15.6%	3.1%	7.8%		1.6%		12.5%	21.9%						
0,40-0,80			1	8	4	1		1		2	6	1				24		
			4.2%	33.3%	16.7%	4.2%		4.2%		8.3%	25.0%	4.2%						
0,80-1,20				4	6	9	2	1	1	3	13	3		2		44	18.25	54.5%
				9.1%	13.6%	20.5%	4.5%	2.3%	2.3%	6.8%	29.5%	6.8%		4.5%				
1,20-1,60				2	5	3				2	3	4				19		
				10.5%	26.3%	15.8%				10.5%	15.8%	21.1%						
1,60-2,00	1			14	7	10	5	1		9	13	23	2			85	17.32	57.6%
	1.2%			16.5%	8.2%	11.8%	5.9%	1.2%		10.6%	15.3%	27.1%	2.4%					
2,00-2,40		19	9	5	2	10	29			2	53	120				249	16.69	93.2%
		7.6%	3.6%	2.0%	0.8%	4.0%	11.6%			0.8%	21.3%	48.2%						
2,40-2,80			5	4	2	11	12		5		48	50				137	16.91	85.4%
			3.6%	2.9%	1.5%	8.0%	8.8%		3.6%		35.0%	36.5%						
2,80-3,20				10	1	15	27				32	1				86	18.39	70.9%
				11.6%	1.2%	17.4%	31.4%				37.2%	1.2%						
3,20-3,60				1								9				10		
				10.0%								90.0%						
3,60-4,00				2		2					1	3				8		
				25.0%		25.0%					12.5%	37.5%						
4,00-4,40			4	1							5				1	11		
			36.4%	9.1%							45.5%			9.1%				
4,40-4,80			186									43	10			239	16.00	95.8%
			77.8%									18.0%	4.2%					
4,80-5,20			14	5		5	1	1			14	20	1			61	16.37	80.3%
			23.0%	8.2%	0.0%	8.2%	1.6%	1.6%			23.0%	32.8%	1.6%					

27. táblázat. A nagynyárádi feltárás Mollusca-faunája.











	A.				B.				I.				C.				J.				D.				E.								
	<i>Vitreia crystallina</i> (MÜLL.)	<i>Nesovitreia hammonis</i> (STRÖM)	<i>Semilimax semilimax</i> (FÉR.)	<i>Limacida mészlemez</i>	<i>Euconulus fulvus</i> (MÜLL.)	<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLL.)	<i>Trichia hispida</i> (L.)	<i>Succinea oblonga</i> DRAP.	<i>Columella columella</i> (MART.)	<i>Vallonia tenuilabris</i> (A. BR.)	<i>Chondrula tridens</i> (MÜLL.)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAP.)	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla triplicata</i> (STUD.)	<i>Helicidae</i> sp. indet.	<i>Clausiliidae</i> sp. indet.	<i>Clausilia dubia</i> DRAP.	<i>Cochlodina lamtinata</i> (MTG.)	<i>Ariantia arbusorum</i> (L.)	<i>Discus nuderatus</i> (FÉR.)	<i>Punctum pygmaeum</i> (DRAP.)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLL.)	<i>Orcula dolium</i> (DRAP.)	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	<i>Vertigo alpestris</i> (ALD.)	<i>Vertigo substriata</i> (EFFR.)	<i>Vitrina pellucida</i> (MÜLL.)	<i>Perforatella bidentata</i> (GMEL.)	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (°C)	A fauna hány %-a alapján		
Mélység (m)	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %	db/ %					
0,00-0,40	165	65	20		42	144	252		5	6	1			3	4	2	3	1	5	2	334	81	2	60	1			12	8	1218	15,56	74,6	
	13,5%	5,3%	1,6%		3,4%	11,8%	20,7%		0,4%	0,5%	0,1%				0,2%	0,3%	0,2%	0,1%	0,4%	0,2%	27,4%	6,7%	0,2%	4,9%	0,1%			1,0%	0,7%				
0,40-0,80	24	20	1		15	12	24		2	8	3	7		72	6	50	16		1	1	61	71	3	144	7	1	1			550	16,65	78,0	
	4,4%	3,6%	0,2%		2,7%	2,2%	4,4%		0,4%	1,5%	0,5%	1,3%		13,1%	1,1%	9,1%	2,9%		0,2%	0,2%	11,1%	12,9%	0,5%	26,2%	1,3%	0,2%	0,2%			64	17,46	87,5	
0,80-1,20	3					1	1				2	2	1	13	2	1	3				6	23	1	5									
	4,7%					1,6%	1,6%				3,1%	3,1%	1,6%	20,3%	3,1%	1,6%	4,7%				9,4%	35,9%	1,6%	7,8%									
1,20-1,60	1	1					1				2	2	1	3	1							2		3							17		
	5,9%	5,9%					5,9%				11,8%	11,8%	5,9%	17,6%	5,9%							11,8%		17,6%									
1,60-2,00		1	1				1				3	5	2		2	1					2	7	6							31			
		3,2%	3,2%				3,2%				9,7%	16,1%	6,5%		6,5%	3,2%					6,5%	22,6%	19,4%										
2,00-2,40	3	1			1		3		1	1	1	2	1	5			1					26		37						82	16,56	95,1	
	3,7%		1,2%		1,2%		3,7%		1,2%	1,2%	1,2%	2,4%	1,2%	6,1%			1,2%					31,7%	45,1%										
2,40-2,80		2		1			5		1	3	3	2	1	3	2		4,1%	3			5	21	22							74	16,18	87,8	
		2,7%		1,4%			6,8%		1,4%	4,1%	4,1%	2,7%	1,4%	4,1%	2,7%		4,1%				6,8%	28,4%	29,7%										
2,80-3,20	2		1								1	2		2	1	1					2		1	2						15			
	13,3%		6,7%								6,7%	13,3%		13,3%	6,7%	6,7%					13,3%		6,7%	13,3%									
3,20-3,60	2	3		1	2		1	2	9	2	2		1	1	1		1				4	18	19							67	15,23	85,1	
	3,0%	4,5%		1,5%	3,0%		1,5%	3,0%	13,4%	3,0%	3,0%		1,5%	1,5%	1,5%		1,5%				6,0%	26,9%	28,4%							1			
3,60-4,00													100,0%																		0		
4,00-4,40																																	
4,40-4,80																															0		

30. táblázat. A lipótói feltárás Mollusca-faunája.



	A.						B.			C.						
	<i>Perforatella rubiginosa</i> (A. SCHM.)	<i>Vitrea crystallina</i> (MÜLL.)	<i>Nesovitrea hammonis</i> (STRÖM)	<i>Limacida mészlemez</i>	<i>Eucomilus fulvus</i> (MÜLL.)	<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLL.)	<i>Trichia hispida</i> (L.)	<i>Succinea oblonga</i> DRAP.	<i>Carychium cf. minimum</i> (MÜLL.)	<i>Chondrula tridens</i> (MÜLL.)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAP.)	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla triplicata</i> (STUD.)	<i>Truncatellina cylindrica</i> (FER.)	<i>Helicidae sp. indet.</i>	
Mélység (m)																
1. minta		11	7		4	1	18	2		3	1		1			1
		7.3%	4.7%		2.7%	0.7%	12.0%	1.3%		2.0%	0.7%		0.7%			0.7%
2. minta	5	21	11	2	8	1	103	11		9		2	4			
	1.3%	5.4%	2.8%	0.5%	2.1%	0.3%	26.4%	2.8%		2.3%		0.5%	1.0%			
3. minta		5	4		2		77	12	1	15	2	1	16			1
		1.5%	1.2%		0.6%		22.5%	3.5%	0.3%	4.4%	0.6%	0.3%	4.7%			0.3%
4. minta	1	88	8	1	3	1	82			10	14	2	21			
	0.2%	19.5%	1.8%	0.2%	0.7%	0.2%	18.2%			2.2%	3.1%	0.4%	4.7%			
5. minta		5		3						10	18	26	33			
		3.0%		1.8%						6.0%	10.8%	15.6%	19.8%			
6. minta		3	1				4			1	1	1	3			
		10.0%	3.3%				13.3%			3.3%	3.3%	3.3%	10.0%			
7. minta			1							1	1	1	3	1		
			5.0%							5.0%	5.0%	5.0%	15.0%	5.0%		
8. minta	1	1						1		1	3					
		5.6%	5.6%					5.6%		5.6%	16.7%					
9. minta										6		64	78			1
										1.5%		15.5%	18.9%			0.2%
10. minta				7			14			24	6	54	96			8
				1.0%			2.1%			3.6%	0.9%	8.1%	14.3%			1.2%
11. minta			8	9		1	12			39	8	17	48			1
			1.9%	2.1%		0.2%	2.8%			9.1%	1.9%	4.0%	11.2%			0.2%
12. minta							8			3		18	48			
							5.0%			1.9%		11.3%	30.2%			
13. minta			4	4		1	14			33	1	14	42			1
			1.3%	1.3%		0.3%	4.4%			10.5%	0.3%	4.4%	13.3%			0.3%
14. minta			8	5	1	3	3			11		7	14	3		
			3.2%	2.0%	0.4%	1.2%	1.2%			4.4%		2.8%	5.6%	1.2%		
15. minta				1												
				14.3%												
16. minta			1	1						1		9	3			
			5.3%	5.3%						5.3%		47.4%	15.8%			
17. minta				2						1	11	3	4			
				5.6%						2.8%	30.6%	8.3%	11.1%			
18. minta											8	1				
											72.7%	9.1%				
19. minta										26		8	1			
										57.8%		17.8%	2.2%			
20. minta			2				2			3		1				
			2.7%				2.7%			4.1%		1.4%				
21. minta			1	1			1			20	1	2	15	4		
			0.6%	0.6%			0.6%			11.8%	0.6%	1.2%	8.9%	2.4%		
22. minta			1	2			4			5		3	1			
			1.6%	3.2%			6.5%			8.1%		4.8%	1.6%			
23. minta										3	4	1				
										21.4%	28.6%	7.1%				
24. minta										4	4	4				
										25.0%	25.0%	25.0%				
25. minta										19	1	5				
										50.0%	2.6%	13.2%				
26. minta				1						15	3	12				
				1.9%						28.3%	5.7%	22.6%				
27. minta										2						
										66.7%						
28. minta			1							2		2				
			7.7%							15.4%		15.4%				

31. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár Mollusca-faunája I.



		J.				D.				E.		H/Pp.				
	<i>Clausiliidae</i> sp. indet.	<i>Clausilia dubia</i> DRAP.	<i>Arianta arbustorum</i> (L.)	<i>Punctum pygmaeum</i> (DRAP.)	<i>Vallonia pulchella</i> (MÜLL.)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLL.)	<i>Orcula dolium</i> (DRAP.)	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	<i>Vertigo pygmaea</i> (DRAP.)	<i>Bradybaena fruticum</i> (MÜLL.)	<i>Orcula doliolum</i> (BRUG.)	<i>Clausilia pumila</i> (C. PFEIFER)	<i>Anisus spirorbis</i> (L.)	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (°C)	A fauna hány %-a alapján
Mélység (m)																
1. minta		2		1		43	6	49						150	16.18	85.3%
		1.3%		0.7%		28.7%	4.0%	32.7%								
2. minta		6		1		100	4	100			1	1		390	15.98	88.7%
		1.5%		0.3%		25.6%	1.0%	25.6%			0.3%	0.3%				
3. minta	1	5		2		63	3	132						342	16.18	91.8%
	0.3%	1.5%		0.6%		18.4%	0.9%	38.6%								
4. minta		17	8	40		53	36	63	3					451	16.12	83.8%
		3.8%	1.8%	8.9%		11.8%	8.0%	14.0%	0.7%							
5. minta		4		2		35		31						167	18.04	76.6%
		2.4%		1.2%		21.0%		18.6%								
6. minta				2		6		7				1		30	16.63	86.7%
				6.7%		20.0%		23.3%				3.3%				
7. minta				1		2		9						20	17.22	80.0%
				5.0%		10.0%		45.0%								
8. minta						5	1	5						18		
						27.8%	5.6%	27.8%								
9. minta						59		205						413	17.08	82.8%
						14.3%		49.6%								
10. minta	11	1		1		148		300						670	16.97	84.5%
	1.6%	0.1%		0.1%		22.1%		44.8%								
11. minta	3		1	2		212		66		1				428	17.25	81.3%
	0.7%		0.2%	0.5%		49.5%		15.4%		0.2%						
12. minta						30		52						159	17.55	86.8%
						18.9%		32.7%								
13. minta						98		66	37					315	17.17	70.2%
						31.1%		21.0%	11.7%							
14. minta						124		59	9	1				248	16.89	80.6%
						50.0%		23.8%	3.6%	0.4%						
15. minta						3		3						7		
						42.9%		42.9%								
16. minta						2		2						19		
						10.5%		10.5%								
17. minta	1				2	11			1					36		
	2.8%				5.6%	30.6%			2.8%							
18. minta					1	1								11		
					9.1%	9.1%										
19. minta						2		8						45	16.55	24.4%
						4.4%		17.8%								
20. minta						42		21	1	1				73	16.62	89.0%
						57.5%		28.8%	1.4%	1.4%						
21. minta			1			75		46	1	1				169	17.00	82.2%
			0.6%			44.4%		27.2%	0.6%	0.6%						
22. minta						32		13	1					62	16.64	80.6%
						51.6%		21.0%	1.6%							
23. minta						4		1		1				14		
						28.6%		7.1%		7.1%						
24. minta					1	1		2						16		
					6.3%	6.3%		12.5%								
25. minta						8		4	1					38		
						21.1%		10.5%	2.6%							
26. minta						15		6					1	53	17.31	45.3%
						28.3%		11.3%				1.9%				
27. minta						1								3		
						33.3%										
28. minta						4		4						13		
						30.8%		30.8%								

32. táblázat. A Villánykövesdi Téglagyár Mollusca-faunája II.



	A.						I.	B.			C.							
	<i>Perforatella rubiginosa</i> (A. SCHM.)	<i>Vitrea crystallina</i> (MÜLL.)	<i>Nesovitrea hammonis</i> (STRÖM)	<i>Limacida mészlemez</i>	<i>Euconulus fulvus</i> (MÜLL.)	<i>Cochlicopa lubrica</i> (MÜLL.)	<i>Neostyriaca corynoides</i> (HELD)	<i>Trichia hispida</i> (L.)	<i>Succinea oblonga</i> DRAP.	<i>Carychium cf. minimum</i> (MÜLL.)	<i>Columella edentula</i> (DRAP.)	<i>Chondrula tridens</i> (MÜLL.)	<i>Granaria frumentum</i> (DRAP.)	<i>Helicopsis striata</i> (MÜLL.)	<i>Pupilla triplicata</i> (STUD.)	<i>Truncatellina cylindrica</i> (FÉR.)	<i>Catinella arenaria</i> (BOUCH.-CHANT.)	<i>Cecilionides acicula</i> (MÜLL.)
Mélység (m)																		
0,40-0,80				1		1						2	5					
				4.0%		4.0%						8.0%	20.0%					
0,80-1,20				4	1	2		2				3	2	9	6			
				7.3%	1.8%	3.6%		3.6%				5.5%	3.6%	16.4%	10.9%			
1,20-1,60		3	1			1		3			1	10		22	4	1		2
		3.2%	1.1%			1.1%		3.2%		1.1%		10.5%		23.2%	4.2%	1.1%		2.1%
1,60-2,00		1				1						3		7	3			
		2.2%				2.2%						6.7%		15.6%	6.7%			
2,00-2,40												4	1	6		1		
												14.3%	3.6%	21.4%		3.6%		
2,40-2,80												3	3	5	1			
												9.1%	9.1%	15.2%	3.0%			
2,80-3,20												9	1	19	3			
												17.6%	2.0%	37.3%	5.9%			
3,20-3,60	1		1					1	1			9	4	21	5			
	1.0%		1.0%					1.0%	1.0%			8.7%	3.8%	20.2%	4.8%			
3,60-4,00			2	1				1				12	3	13	1			
			1.0%	0.5%				0.5%				6.0%	1.5%	6.5%	0.5%			
4,00-4,40		1	3	1		1						22	9	28	8			
		0.4%	1.1%	0.4%		0.4%						7.9%	3.2%	10.1%	2.9%			
4,40-4,80			4			2		5	4			62	19	80	20	1		
			0.5%			0.2%		0.6%	0.5%			7.3%	2.2%	9.4%	2.3%	0.1%		
4,80-5,20												4		10				
												16.0%		40.0%				
5,20-5,60												2						
												50.0%						
5,60-6,00												2						
												50.0%						
6,00-6,40												1		4				
												14.3%		57.1%				
6,40-6,80												2	1	15				
												8.3%	4.2%	62.5%				
6,80-7,20												3	2	5	1			
												7.7%	5.1%	12.8%	2.6%			
7,20-7,60												2	1	23	13		7	
												2.1%	1.0%	24.0%	13.5%	7.3%		
7,60-8,00														1				
														50.0%				
8,00-8,40														1	1			
														25.0%	25.0%			
8,40-8,80																		
8,80-9,20												2			1			
												40.0%			20.0%			
9,20-9,60												2	1	5	2			
												16.7%	8.3%	41.7%	16.7%			
9,60-10,00						1		3				4	3	15	3			
						1.4%		4.1%				5.5%	4.1%	20.5%	4.1%			
10,00-10,40														1				
														100.0%				
10,40-10,80			1		1	2	1						1	19				
			1.7%		1.7%	3.4%	1.7%						1.7%	32.2%				
10,80-11,20				2				1						12				
				8.0%				4.0%						48.0%				
11,20-11,60									1			4	1	42	2			
									1.3%			5.0%	1.3%	52.5%	2.5%			

33. táblázat. A beremendi feltárás Mollusca-faunája I.



	J.				D.				E.		H/Pp.	H/P.						
	<i>Clausiliidae</i> sp. indet.	<i>Clausilia dubia</i> DRAP.	<i>Punctum pygmaeum</i> (DRAP.)	<i>Discus ruderatus</i> (FÉR.)	<i>Vallonia pulchella</i> (MÜLL.)	<i>Vallonia costata</i> (MÜLL.)	<i>Orcula dolium</i> (DRAP.)	<i>Pupilla muscorum</i> (L.)	<i>Vertigo pygmaea</i> (DRAP.)	<i>Vertigo alpestris</i> (ALD.)	<i>Bradybaena fruticum</i> (MÜLL.)	<i>Clausilia pumila</i> (C. PFEIFER)	<i>Ena montana</i> (DRAP.)	<i>Anisus spirorbis</i> (L.)	<i>Bithynia leachi operculum</i>	Összesen (db)	Júliusi középhőmérséklet (°C)	A fauna hány %-a alapján
Mélység (m)																		
0,40-0,80	13			1		2										25	20.21	28.0%
	52.0%			4.0%		8.0%												
0,80-1,20			1			15		10								55	17.33	65.5%
			1.8%			27.3%		18.2%										
1,20-1,60						24		20	3							95	16.60	56.8%
						25.3%		21.1%	3.2%									
1,60-2,00	1		2			18		8		1						45	16.91	71.1%
	2.2%		4.4%			40.0%		17.8%		2.2%								
2,00-2,40						6		8	2							28	16.77	53.6%
						21.4%		28.6%	7.1%									
2,40-2,80		1	1			16		3								33	17.46	75.8%
		3.0%	3.0%			48.5%		9.1%										
2,80-3,20						13		6								51	17.33	45.1%
						25.5%		11.8%										
3,20-3,60						51		10								104	17.30	68.3%
						49.0%		9.6%										
3,60-4,00	4	2	1			141		17						1		199	16.97	83.4%
	2.0%	1.0%	0.5%			70.9%		8.5%						0.5%				
4,00-4,40	6	4	1			175		18			1					278	17.18	77.7%
	2.2%	1.4%	0.4%			62.9%		6.5%			0.4%							
4,40-4,80	4	25	6			547		66	5		1			2		853	17.05	81.1%
	0.5%	2.9%	0.7%			64.1%		7.7%	0.6%		0.1%			0.2%				
4,80-5,20						4		5			1			1		25	16.44	36.0%
						16.0%		20.0%			4.0%			4.0%				
5,20-5,60			1												1	4	16.00	25.0%
			1.0%												1.0%			
5,60-6,00								1						1		4	16.00	25.0%
								25.0%						25.0%				
6,00-6,40						1		1								7	16.50	28.6%
						14.3%		14.3%										
6,40-6,80						5		1								24	17.50	29.2%
						20.8%		4.2%										
6,80-7,20						13		11	4							39	17.04	69.2%
						33.3%		28.2%	10.3%									
7,20-7,60						24		26								96	17.27	66.7%
						25.0%		27.1%										
7,60-8,00					1											2		
					50.0%													
8,00-8,40						2										4	18.00	75.0%
						50.0%												
8,40-8,80						2										2	17.00	100.0%
						100.0%												
8,80-9,20						2										5	18.00	60.0%
						40.0%												
9,20-9,60	2															12	20.50	25.0%
	16.7%																	
9,60-10,00	9		3	2		21	3	4				1	1			73	17.26	50.7%
	12.3%		4.1%	2.7%		28.8%	4.1%	5.5%				1.4%	1.4%					
10,00-10,40																1		
10,40-10,80	13		3			17		1								59	17.02	37.3%
	22.0%		5.1%			28.8%		1.7%										
10,80-11,20	10															25	15.00	4.0%
	40.0%																	
11,20-11,60	1					24		5								80	17.14	41.3%
	1.3%					30.0%		6.3%										

34. táblázat. A beremendi feltárás Mollusca-faunája II.



1. kép. A Maja 1. sz. és 2. (Cipánysánc) felirata.

2. kép. A Maja 2. sz. és 3. (Tolmács) felirata.

3. kép. A

4. kép. A

5. kép. A

6. kép. A

7. kép. A

8. kép. A

9. kép. A

10. kép. A

35. táblázat. A malako-hőmérő módszerrel az egyes zonulákra számított júliusi őshőmérsékleti értékek ( $T_{july}^{\circ}$ ) összehasonlítása.

13. kép. A berezendi feltárás közepes méretű kőzetmaradványai.

14. kép. A berezendi feltárás előtti és az új kőzetmaradványai.

15. kép. A berezendi feltárás első két palatintja. A és B és a közepes méretű kőzetmaradványai a 10-15-20 cm-es méretű kőzetmaradványai.

16. kép. A berezendi feltárás

17. kép. A

18. kép. A

Szedimentológiai és geokémiai paraméterek	Üledékkategóriák			
	Gyengén mállott lösz	Mállott lösz	Erősen mállott lösz	Paleotalaj
0,002 mm alatti agyag frakció (%)	4,0-6,0	5,0-8,0	7,0-10,0	5,0-10,0
0,0156-0,0625 mm közötti löszfrakció (%)	47,5-58,0	45,0-49,0	42,0-46,0	35,0-45,0
M <sub>z</sub> (közepes szemcseméret, μm)	21,0-37,0	17,0-22,0	13,0-19,0	11,0-17,0
SiO <sub>2</sub> (súly%)	51,0-60,5	58,0-65,0	62,0-70,5	64,0-72,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (súly%)	10,0-12,7	12,0-14,1	13,2-15,9	14,0-16,7
CaO (súly%)	13,0-25,1	8,6-15,5	1,2-9,4	0,7-7,5
Rb (ppm)	76-98	88-111	105-132	110-140
Sr (ppm)	179-319	160-230	127-201	94-150
Ba (ppm)	329-400	360-440	420-480	450-526
CaO+K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O/ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,30-2,75	0,92-1,49	0,40-0,97	0,25-0,75
Sr/Ba	0,50-0,79	0,40-0,60	0,30-0,45	0,20-0,35

36. táblázat. A vizsgált löszök és paleotalajok fuzzy halmazok segítségével történő üledékkategóriákba sorolásához felhasznált szedimentológiai és geokémiai paraméterek tartomány értékei, mint input adatok.



## KÉPJEGYZÉK

1. kép. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás.
2. kép. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás.
3. kép. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás.
4. kép. A töttösi feltárás egy részlete.
5. kép. A nagynyárádi feltárás részben már eltemetett fala az  $N_1$  jelű embrionális talajszinttel.
6. kép. A Monyoródi Téglagyár egy félreeső részlete a  $Mo_1$ - $Mo_2$  paleotalajokkal.
7. kép. A bácsfapusztai feltárás a  $Bp_2$  és  $Bp_3$  paleotalajokkal.
8. kép. Krotovinák a bácsfapusztai feltárás  $Bp_2$  paleotalajában.
9. kép. Krotovinák a bácsfapusztai feltárás  $Bp_2$  paleotalajában és a felette települt löszben.
10. kép. A bácsfapusztai feltárás  $Bp_2$  és  $Bp_3$  paleotalajai és a közbetelepülő lösz.
11. kép. A lipódi feltárás lösze és az alul települő talajosodott rétegek a mészpaddal.
12. kép. A Villánykövesdi Téglagyár alsó paleotalaj horizontjai ( $V_1$ - $V_2$ )
13. kép. A beremendi feltárás löszpaleotalaj sorozata.
14. kép. A beremendi feltárás rétegei és azok enyhe dőlése.
15. kép. A beremendi feltárás alsó két paleotalaja ( $B_1$  és  $B_2$ ) és a közöttük települő lösz a 10-15-20 cm-es mészkonkréciókkal.
16. kép. A beremendi feltárás  $B_2$ ,  $B_3$  és  $B_4$  paleotalajai és a közöttük települő lösz.
17. kép. A beremendi  $B_4$  jelű paleotalaj alatti lösz és a benne található apró mészkonkréciók.
18. kép. A beremendi feltárás közelében, a bányaterületen lévő vörösgyag torony.

3. kép. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás.





1. kép. A Majs 1. számú (Cigánygödör) feltárás.



2. kép. A Majs 2. számú (Tehéntelep) feltárás.

4. kép. A 10000 évtizedes egy állatcsont.





3. kép. A Majs 3. számú (Kultúrház) feltárás.



4. kép. A töttösi feltárás egy részlete.



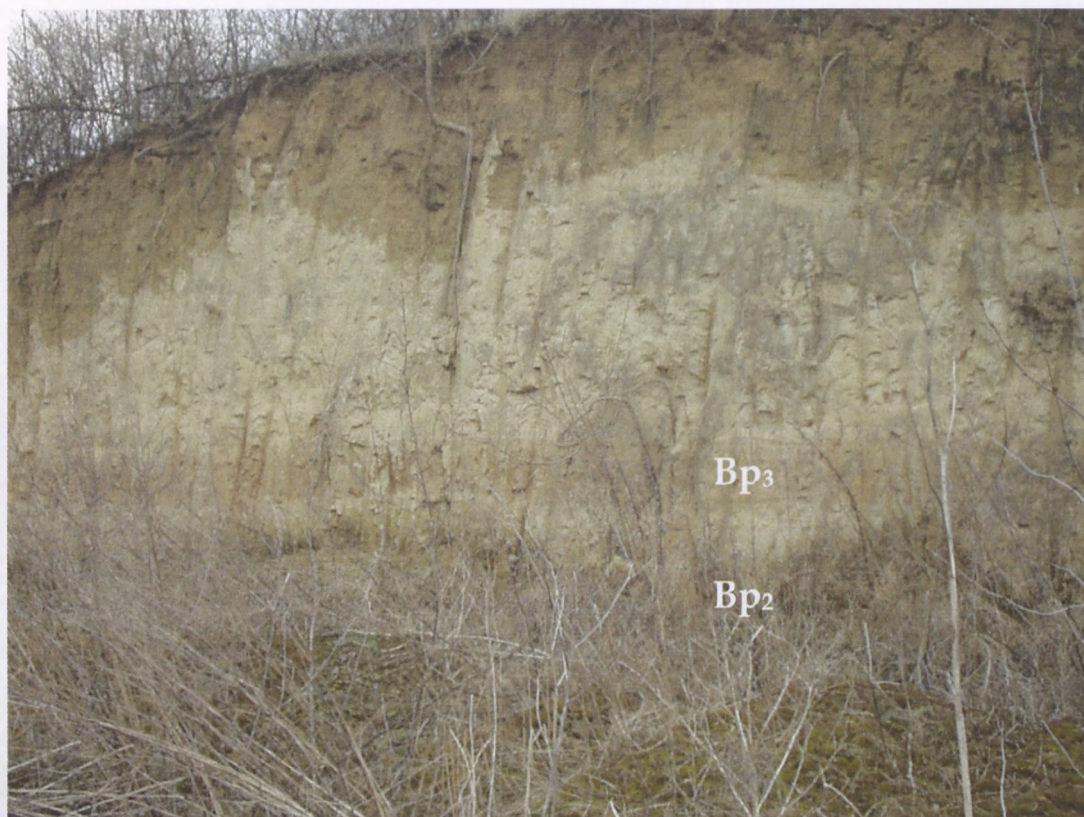


5. kép. A nagynyárádi feltárás részben már eltemetett fala az  $N_1$  jelű embrionális talajsinttel.

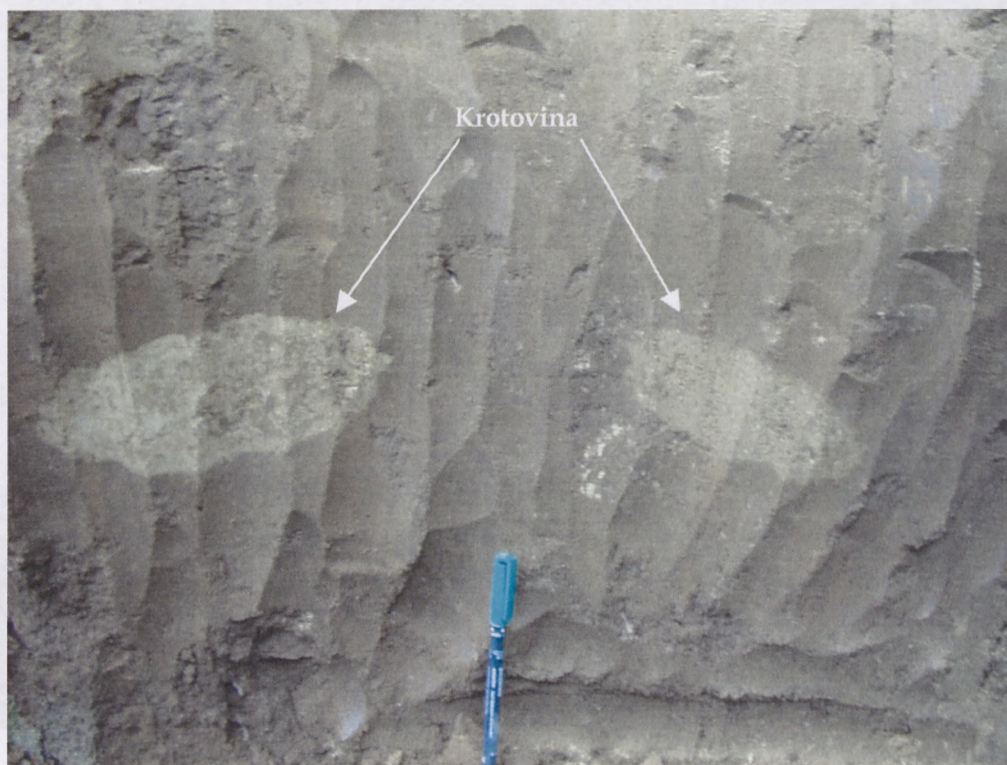


6. kép. A Monyoródi Téglagyár egy félreeső részlete a  $Mo_1$ - $Mo_2$  paleotalajjokkal.



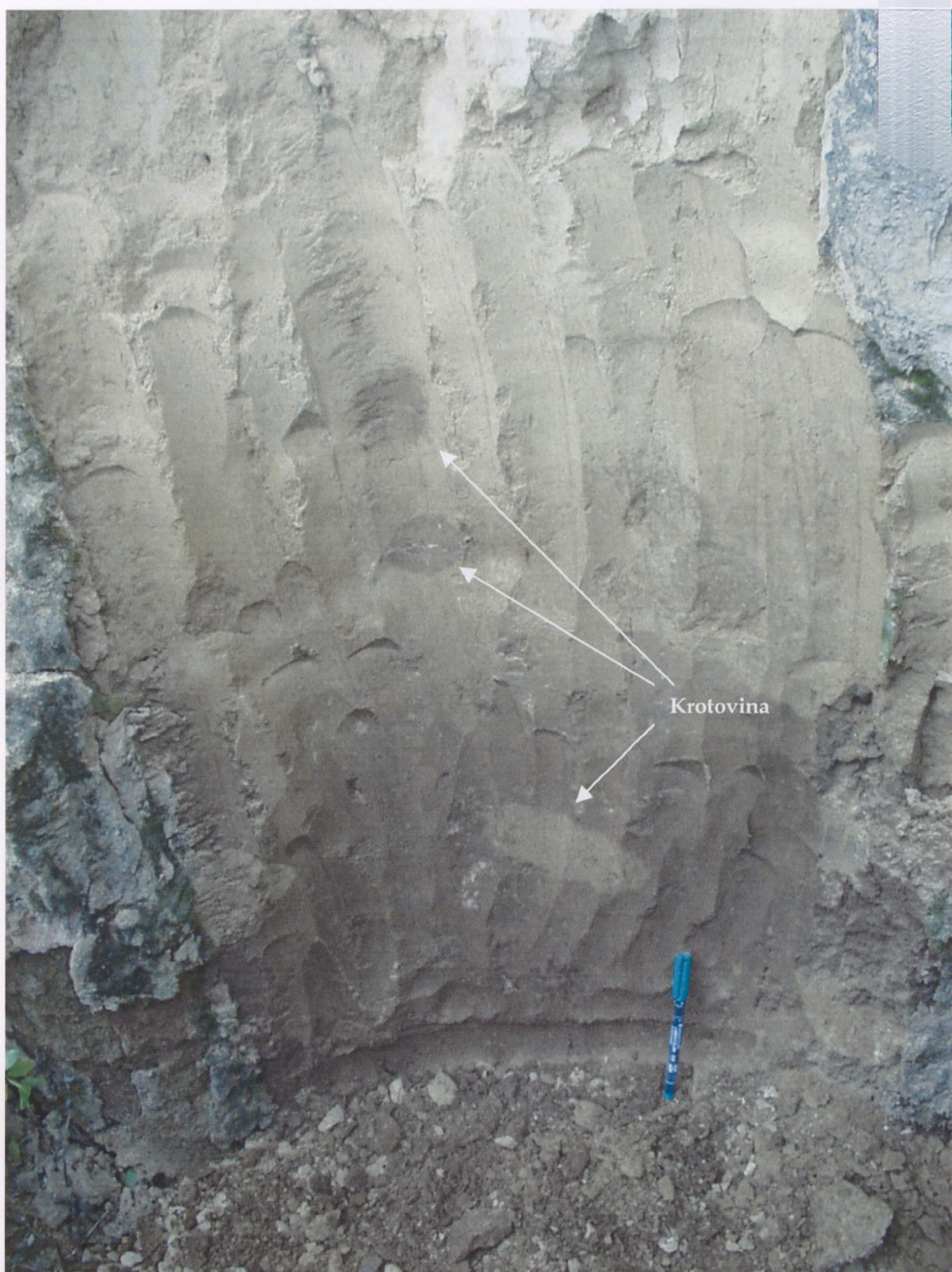


7. kép. A bácsfapusztai feltárás a Bp<sub>2</sub> és Bp<sub>3</sub> paleotalajokkal.



8. kép. Krotovinák a bácsfapusztai feltárás Bp<sub>2</sub> paleotalajában.





9. kép. Krotovinák a bácsfapusztai feltárás Bp<sub>2</sub> paleotalajában és a felette települt löszben.





10. kép. A bácsfapusztai feltárás Bp<sub>2</sub> és Bp<sub>3</sub> paleotalajai és a közbetelepülő lösz.





11. kép. A lipótói feltárás lösze és az alul települő talajosodott rétegek a mészapaddal.



12. kép. A Villánykövesdi Téglagyár alsó paleotalaj horizontjai (V<sub>1</sub>-V<sub>2</sub>)



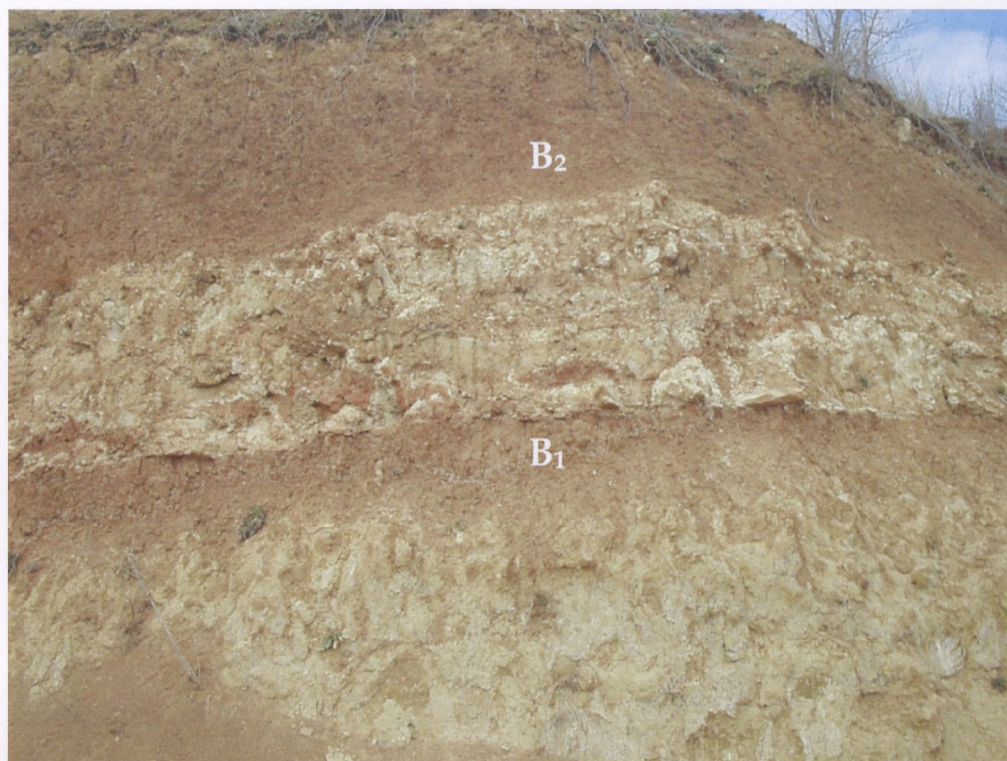


13. kép. A beremendi feltárás löszpaleotalaj sorozata.

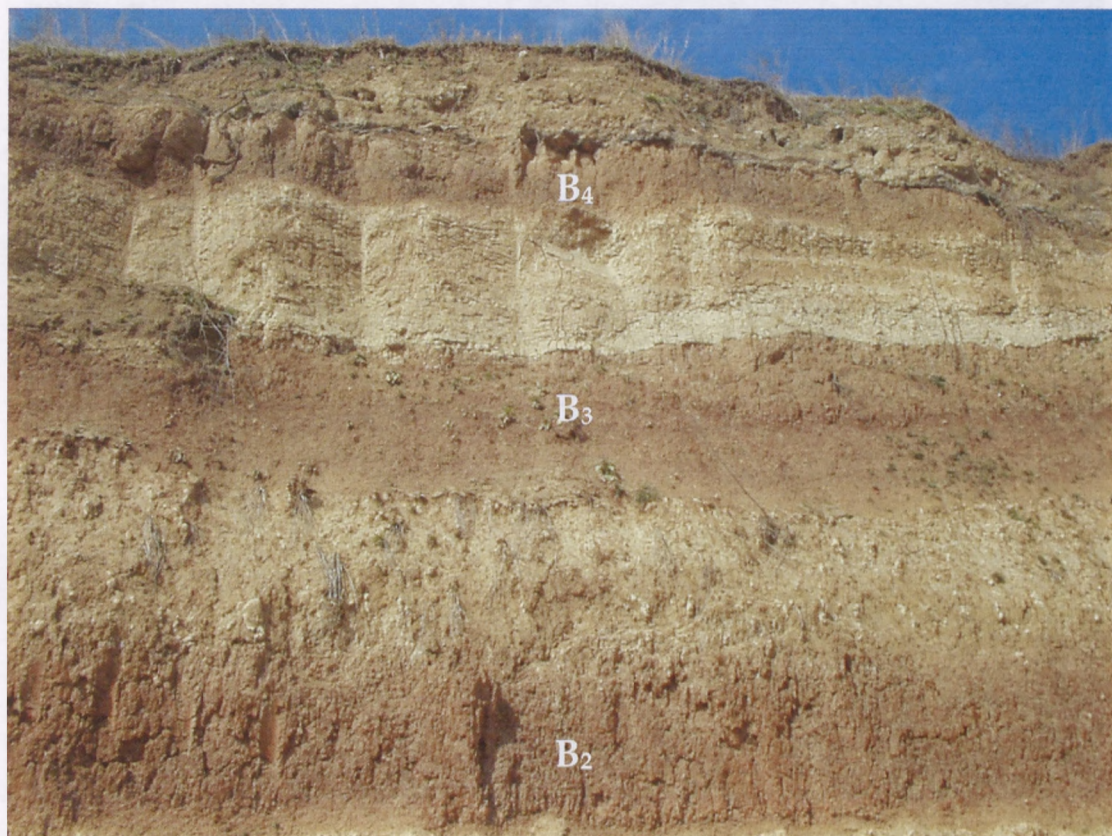


14. kép. A beremendi feltárás rétegei és azok enyhe dőlése.





15. kép. A beremendi feltárás alsó két paleotalaja (B<sub>1</sub> és B<sub>2</sub>) és a közöttük települő lösz a 10-15-20 cm-es mészkonréciókkal.



16. kép. A beremendi feltárás B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> és B<sub>4</sub> paleotalajai és a közöttük települő lösz.





17. kép. A beremendi B<sub>4</sub> jelű paleotalaj alatti lösz és a benne található apró mészkonkréciók.



18. kép. A beremendi feltárás közelében, a bányaterületen lévő vöröstasyag torony.



